

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

PC-
PCT/JP 2004/006333
08 MAR 2005
30.2.2004
REC'D 27 MAY 2004
WIPO PCT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2003年 5月 8日

出願番号
Application Number: 特願2003-130814
[ST. 10/C]: [JP 2003-130814]

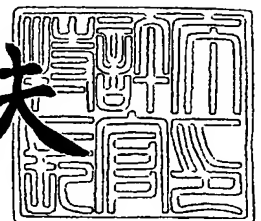
出願人
Applicant(s): 日本電気株式会社

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 2月 5日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



Best Available Copy

出証番号 出証特2004-3006709

【書類名】 特許願

【整理番号】 34403266

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 G11B 7/09
G11B 7/125

【発明の名称】 光ヘッド装置、その製造方法及び光学式情報記録再生装置

【請求項の数】 15

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内

【氏名】 片山 龍一

【特許出願人】

【識別番号】 000004237

【氏名又は名称】 日本電気株式会社

【代理人】

【識別番号】 100090158

【弁理士】

【氏名又は名称】 藤巻 正憲

【電話番号】 03-3539-5651

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 009782

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9715181

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光ヘッド装置、その製造方法及び光学式情報記録再生装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光源と、この光源から出射した光を光記録媒体に集光する対物レンズと、前記光記録媒体により反射された光を検出する光検出器と、前記光源から前記対物レンズまでの前記光の経路に介在しこの経路において発生する前記光の収差を補正する 1 又は複数枚の収差補正光学素子と、を有し、前記 1 又は複数枚の収差補正光学素子は、複数種類の収差補正光学素子の中から前記収差に応じて選択されたものであることを特徴とする光ヘッド装置。

【請求項 2】 前記複数種類の収差補正光学素子は、補正する収差の種類、符号又は補正量が相互に異なるものであることを特徴とする請求項 1 に記載の光ヘッド装置。

【請求項 3】 前記収差がコマ収差、球面収差及び非点収差のうちいずれか 1 種類の収差であり、前記光の経路に介在する収差補正光学素子は 1 枚であり、この 1 枚の収差補正光学素子は前記 1 種類の収差を補正するものであることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の光ヘッド装置。

【請求項 4】 前記収差がコマ収差、球面収差及び非点収差のうち 2 種類の収差を含むものであり、前記光の経路に介在する収差補正光学素子は 2 枚であり、この 2 枚の収差補正光学素子のうち一方は前記 2 種類の収差のうち一方を補正するものであり、前記 2 枚の収差補正光学素子のうち他方は前記 2 種類の収差のうち他方を補正するものであることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の光ヘッド装置。

【請求項 5】 前記収差がコマ収差、球面収差及び非点収差を含むものであり、前記光の経路に介在する収差補正光学素子は 3 枚であり、この 3 枚の収差補正光学素子のうち、一の前記収差補正光学素子は前記コマ収差を補正するものであり、他の前記収差補正光学素子は前記球面収差を補正するものであり、更に他の前記収差補正光学素子は前記非点収差を補正するものであることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の光ヘッド装置。

【請求項 6】 前記収差補正光学素子における前記光が入射又は出射する表

面のうち少なくとも一方の表面が、2レベル以上のステップを有する階段状であることを特徴とする請求項1乃至5のいずれか1項に記載の光ヘッド装置。

【請求項7】 前記収差補正光学素子における前記光が入射又は出射する表面のうち少なくとも一方の表面が、曲面により形成されていることを特徴とする請求項1乃至5のいずれか1項に記載の光ヘッド装置。

【請求項8】 前記収差がコマ収差を含み、前記光の経路に介在する収差補正光学素子は、この収差補正光学素子により補正される収差の方向が前記コマ収差の方向と実質的に一致するように設置されていることを特徴とする請求項1乃至7のいずれか1項に記載の光ヘッド装置。

【請求項9】 前記収差が非点収差を含み、前記光の経路に介在する収差補正光学素子は、この収差補正光学素子により補正される収差の方向が前記非点収差の方向と実質的に一致するように設置されていることを特徴とする請求項1乃至7のいずれか1項に記載の光ヘッド装置。

【請求項10】 光源、この光源から出射した光を光記録媒体に集光する対物レンズ、及び前記光記録媒体により反射された光を検出する光検出器を備えた光学系を組み立てる工程と、前記光学系における前記光源から前記対物レンズまでの前記光の経路において発生する収差を測定する工程と、この収差の測定結果に基づいて複数種類の収差補正光学素子の中から前記光の収差を補正する1又は複数枚の収差補正光学素子を選択して、前記光の経路に介在するように前記光学系に組み込む工程と、を有することを特徴とする光ヘッド装置の製造方法。

【請求項11】 前記複数種類の収差補正光学素子は、補正する収差の種類、符号又は補正量が相互に異なるものであることを特徴とする請求項10に記載の光ヘッド装置の製造方法。

【請求項12】 前記1又は複数枚の収差補正光学素子を光学系に組み込む工程は、前記収差補正光学素子により補正される収差の方向が前記光の経路において発生する収差の方向と一致するように、前記収差補正光学素子を前記光の光軸を回転軸として回転させて前記収差補正光学素子の方向を調整する工程を有することを特徴とする請求項10又は11に記載の光ヘッド装置の製造方法。

【請求項13】 請求項1乃至9のいずれか1項に記載された光ヘッド装置

と、前記光源を駆動する第一の回路と、前記光検出器の出力信号に基づいて再生信号及び誤差信号を生成する第二の回路と、前記誤差信号に基づいて前記対物レンズの位置を制御する第三の回路と、を有することを特徴とする光学式情報記録再生装置。

【請求項 14】 前記第一の回路が前記光源を記録信号に基づいて駆動するものであることを特徴とする請求項 13 に記載の光学式情報記録再生装置。

【請求項 15】 前記第一の回路が前記光源を一定の出力で駆動するものであることを特徴とする請求項 13 に記載の光学式情報記録再生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光記録媒体に対して記録及び／又は再生を行うための光ヘッド装置、その製造方法及び光学式情報記録再生装置に関し、特に、光ヘッド装置の光学系において生じる各種の収差を簡単に補正することが可能な光ヘッド装置、その製造方法及びこの光ヘッド装置が組み込まれた光学式情報記録再生装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

光学式情報記録再生装置における記録密度は、光ヘッド装置が光記録媒体上に形成する集光スポットの径の 2 乗に反比例する。即ち、集光スポットの径が小さいほど記録密度は高くなる。集光スポットの径は光ヘッド装置における光源の波長に比例し、対物レンズの開口数に反比例する。即ち、光源の波長が短く、対物レンズの開口数が高いほど集光スポットの径は小さくなる。

【0003】

ところで、光ヘッド装置の光学系においては、光学部品の製造誤差及び調整誤差等により、コマ収差、球面収差、非点収差等の各種の収差が生じる。例えば、対物レンズの入射面の中心と出射面の中心とが互いにずれるとコマ収差及び非点収差が生じ、対物レンズの入射面と出射面との間隔が設計からずれると球面収差が生じる。光ヘッド装置の光学系で各種の収差が生じると、集光スポットの形状

が乱れ、記録再生特性が悪化する。コマ収差、球面収差、非点収差の大きさは、光源の波長に反比例し、夫々対物レンズの開口数の3乗、4乗、2乗に比例する。このため、光源の波長が短く、対物レンズの開口数が高いほど、記録再生特性に対する各種の収差のマージンは狭くなる。従って、記録密度を高めるために光源の波長を短くして、対物レンズの開口数を高くした光ヘッド装置及び光学式情報記録再生装置においては、記録再生特性を悪化させないために、光ヘッド装置の光学系で生じる各種の収差を補正することが必要である。

【0004】

各種の収差を補正することが可能な従来の光ヘッド装置として、光学系中に液晶光学素子を設けた光ヘッド装置が知られている（例えば、非特許文献1及び特許文献1参照。）。図11は、従来の光学系中に液晶光学素子を設けた光ヘッド装置を示すブロック図である。図11に示すように、この従来の光ヘッド装置においては、半導体レーザ1が設けられており、この半導体レーザ1が出射するレーザ光の経路に沿って、半導体レーザ1から出射されたレーザ光を平行光とするコリメータレンズ2、P偏光を透過させS偏光を所定の方向に向けて反射する偏光ビームスプリッタ3、入射した光の位相分布を制御して透過させる液晶光学素子18、相互に垂直な方向に振動する直線偏光が入射したときに、これらの間に1/4波長分の位相差を与える1/4波長板5、入射した平行光を収束させる対物レンズ6が設けられており、この対物レンズ6の焦点に光記録媒体であるディスク7が配置されるようになっている。また、偏光ビームスプリッタ3により反射される光の経路に沿って、円筒レンズ8、レンズ9及び光検出器10が配置されている。光検出器10は、円筒レンズ8及びレンズ9からなる複合レンズにより形成される2つの焦線の間設置されている。

【0005】

図11に示す従来の光ヘッド装置においては、光源である半導体レーザ1がレーザ光を出射し、このレーザ光がコリメータレンズ2により平行光化され、偏光ビームスプリッタ3にP偏光として入射してほぼ完全に透過し、液晶光学素子18を透過し、1/4波長板5を透過して直線偏光から円偏光に変換され、対物レンズ6で光記録媒体であるディスク7上に集光される。そして、ディスク7にお

いて反射される。ディスク 7 からの反射光は対物レンズ 6 を逆向きに透過し、1/4 波長板 5 を透過して円偏光から往路と偏光方向が直交した直線偏光に変換され、液晶光学素子 18 を逆向きに透過し、偏光ビームスプリッタ 3 に S 偏光として入射してほぼ完全に反射され、円筒レンズ 8 及びレンズ 9 を透過することにより非点収差を与えられ、光検出器 10 で受光される。

【0006】

図 12 (a) 乃至 (c) は液晶光学素子を示す平面図であり、(a) はコマ収差を補正する液晶光学素子 18 a を示し、(b) は球面収差を補正する液晶光学素子 18 b を示し、(c) は非点収差を補正する液晶光学素子 18 c を示す。液晶光学素子 18 a、18 b、18 c の構成は、例えば前述の非特許文献 1 (オプティクス・デザイン 第 21 号 第 50 頁～第 55 頁) に記載されている。なお、図中の点線は対物レンズ 6 の有効領域に相当する。液晶光学素子 18 a～18 c は、各領域に印加する電圧を制御することにより、各領域の屈折率を制御して、入射光の位相分布を制御するものである。

【0007】

図 12 (a) に示すように、液晶光学素子 18 a は、領域 19 a～19 e の 5 つの領域に分割されている。領域 19 b 及び 19 e に第 1 の電圧 V_1 を印加し、領域 19 a に第 2 の電圧 V_2 を印加し、領域 19 c 及び 19 d に第 3 の電圧 V_3 を印加する。このとき、 $V_1 - V_2 = V_2 - V_3 = V$ とし、電圧 V を変化させると透過光に対するコマ収差が変化する。そこで、電圧 V を調整することにより、光学系で生じているコマ収差を打ち消すようなコマ収差を液晶光学素子 18 a で発生させ、コマ収差の補正を行う。

【0008】

また、図 12 (b) に示すように、液晶光学素子 18 b は、領域 19 f～19 j の 5 つの領域に分割されている。領域 19 h に第 1 の電圧 V_1 を印加し、領域 19 g 及び 19 i に第 2 の電圧 V_2 を印加し、領域 19 f 及び 19 j に第 3 の電圧 V_3 を印加する。このとき、 $V_1 - V_2 = V_2 - V_3 = V$ とし、電圧 V を変化させると透過光に対する球面収差が変化する。そこで、電圧 V を調整することにより、光学系で生じている球面収差を打ち消すような球面収差を液晶光学素子 1

8bで発生させ、球面収差の補正を行う。

【0009】

更に、図12(c)に示すように、液晶光学素子18cは、領域19k~19oの5つの領域に分割されている。領域19l及び19mに第1の電圧V1を印加し、領域19kに第2の電圧V2を印加し、領域19n及び19oに第3の電圧V3を印加する。このとき、 $V1 - V2 = V2 - V3 = V$ とし、電圧Vを変化させると透過光に対する非点収差が変化する。そこで、電圧Vを調整することにより、光学系で生じている非点収差を打ち消すような非点収差を液晶光学素子18cで発生させ、非点収差の補正を行う。

【0010】

一方、液晶光学素子以外の収差補正装置を組み込んだヘッド装置も開発されている。例えば、複数の光学素子と、この複数の光学素子間の相対的な位置を制御する可動手段とを備えた収差補正装置を組み込んだヘッド装置が開示されている(例えば、特許文献2及び3参照。)。このようなヘッド装置においては、ヘッド装置の光学系において発生する収差に応じて、可動手段により複数の光学素子の相対的な位置関係を制御することにより、収差補正装置の収差を前記ヘッド装置の収差を打ち消すように制御することができる。

【0011】

また、予めヘッド装置の光学系の収差を打ち消すように調整された収差補正素子を、ヘッド装置に組み込む技術も開示されている(例えば、特許文献4参照。)。

【0012】

【非特許文献1】

オプティクス・デザイン 第21号 第50頁~第55頁

【特許文献1】

特開2002-373441号公報

【特許文献2】

特開2000-113494号公報

【特許文献3】

特開 2001-043549 号公報

【特許文献 4】

特開 2003-006909 号公報

【0013】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上述の従来技術には、以下に示すような問題点がある。図 1 に示す従来の光ヘッド装置において、光学系で生じる各種の収差を液晶光学素子 18 により補正するためには、液晶光学素子 18 の各領域に電圧を印加するための駆動回路（図示せず）が必要である。また、その駆動回路を制御するための、制御回路（図示せず）も必要である。従って、本光ヘッド装置を用いた光学式情報記録再生装置の構成が極めて複雑になり、コストが増大すると共に大型化する。

【0014】

また、複数の光学素子及び可動手段を備えた収差補正装置を組み込んだヘッド装置においても、可動手段を動作させるための回路が必要となり、光学式情報記録再生装置の構成が複雑になる。

【0015】

更に、ヘッド装置に、予めヘッド装置の光学系の収差を打ち消すように調整された収差補正素子を組み込む技術においては、以下に示す問題点がある。即ち、ヘッド装置の光学系の収差には機差があり、同一の設計により製造された複数台のヘッド装置においても、光学系の収差は相互に異なっている。このため、これらの複数台のヘッド装置に同じ収差補正素子を組み込んでも、収差を精度よく補正することができない。また、個々のヘッド装置に対して最適に調整された収差補正素子を作製すると、ヘッド装置の製造コストが極めて高くなってしまう。

【0016】

本発明はかかる問題点に鑑みてなされたものであって、従来の光ヘッド装置及び光学式情報記録再生装置における上述の課題を解決し、特別な駆動回路及び制御回路を必要とせず、光ヘッド装置の光学系で生じる各種の収差を簡単に低コストで補正することが可能な光ヘッド装置、その製造方法及び光学式情報記録再生

装置を提供することを目的とする。

【0017】

【課題を解決するための手段】

本発明に係る光ヘッド装置は、光源と、この光源から出射した光を光記録媒体に集光する対物レンズと、前記光記録媒体により反射された光を検出する光検出器と、前記光源から前記対物レンズまでの前記光の経路に介在しこの経路において発生する前記光の収差を補正する1又は複数枚の収差補正光学素子と、を有し、前記1又は複数枚の収差補正光学素子は、複数種類の収差補正光学素子の中から前記収差に応じて選択されたものであることを特徴とする。

【0018】

本発明においては、光の経路に介在するように設けた収差補正光学素子により、この光の経路において生じる各種の収差を補正する。そして、この収差補正光学素子は、予め用意された複数種類の収差補正光学素子の中から、前記収差に応じて選択されたものであるため、収差を精度よく補正でき、また、収差補正光学素子を駆動するための駆動回路は不要である。また、この駆動回路を制御するための制御回路も不要である。更に、個々のヘッド装置に対して最適に調整された収差補正光学素子を作製する必要もない。従って、この光ヘッド装置を組み込んだ光学式情報記録再生装置の構成を複雑にすることなく、低いコストで各種の収差を簡単に補正することができる。

【0019】

また、前記複数種類の収差補正光学素子は、補正する収差の種類、符号又は補正量が相互に異なるものであることが好ましい。これにより、光の経路において生じる収差がどのようなものであっても、多くの場合について収差を補正することができる。

【0020】

更に、前記収差補正光学素子における前記光が入射又は出射する表面のうち少なくとも一方の表面が、2レベル以上のステップを有する階段状であってもよい。これにより、収差補正光学素子を容易に作製することができる。

【0021】

又は、前記収差補正光学素子における前記光が入射又は出射する表面のうち少なくとも一方の表面が、曲面により形成されていてもよい。これにより、収差を精度良く補正することができる。

【0022】

本発明に係る光ヘッド装置の製造方法は、光源、この光源から出射した光を光記録媒体に集光する対物レンズ、及び前記光記録媒体により反射された光を検出する光検出器を備えた光学系を組み立てる工程と、前記光学系における前記光源から前記対物レンズまでの前記光の経路において発生する収差を測定する工程と、この収差の測定結果に基づいて複数種類の収差補正光学素子の中から前記光の収差を補正する1又は複数枚の収差補正光学素子を選択して、前記光の経路に介在するように前記光学系に組み込む工程と、を有することを特徴とする。

【0023】

本発明に係る光学式情報記録再生装置は、前記光ヘッド装置と、前記光源を駆動する第一の回路と、前記光検出器の出力信号に基づいて再生信号及び誤差信号を生成する第二の回路と、前記誤差信号に基づいて前記対物レンズの位置を制御する第三の回路と、を有することを特徴とする。

【0024】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態について添付の図面を参照して具体的に説明する。先ず、本発明の第1の実施形態について説明する。図1は、本実施形態に係る光学式情報記録再生装置を示すブロック図であり、図2(a)乃至(e)、図3(a)乃至(e)、図4(a)乃至(e)は、この光学式情報記録再生装置の光ヘッド装置に組み込まれる収差補正光学素子を示す図であり、各図の(a)は平面図であり、各図の(b)乃至(e)は断面図である。

【0025】

図1に示すように、本実施形態に係る光学式情報記録再生装置においては、光ヘッド装置21が組み込まれている。光ヘッド装置21においては、半導体レーザ1が設けられており、この半導体レーザ1が出射するレーザ光の経路に沿って、半導体レーザ1から出射されたレーザ光を平行光とするコリメータレンズ2、

P偏光を透過させS偏光を所定の方向に反射する偏光ビームスプリッタ3、光学系の収差を補正する収差補正光学素子4、相互に垂直な方向に振動する直線偏光が入射したときにこれらの間に1/4波長分の位相差を与える1/4波長板5、入射した平行光を収束させる対物レンズ6が設けられており、この対物レンズ6の焦点に光記録媒体であるディスク7が位置するようになっている。

【0026】

また、偏光ビームスプリッタ3により反射される光の経路に沿って、円筒レンズ8、レンズ9及び光検出器10が配置されている。なお、円筒レンズ8及びレンズ9により、光に非点収差を与える複合レンズが構成されている。光検出器10は、円筒レンズ8及びレンズ9からなる複合レンズにより形成される2つの焦線の間中に設置されている。光検出器10においては、光の受光面に複数の受光部（図示せず）が配列されており、各受光部が受光した光の強度を測定することにより、入射した光から各種の信号を検出するものである。

【0027】

更に、図1に示すように、本実施形態に係る光学式情報記録再生装置における光ヘッド装置21の外部には、外部から入力される記録データに基づき、半導体レーザ1を駆動するための記録信号を生成する記録信号生成回路12が設けられている。また、記録信号生成回路12から出力された記録信号が入力され、この記録信号に基づいて半導体レーザ1を駆動するための駆動信号を生成し、これを半導体レーザ1に対して出力する半導体レーザ駆動回路13が設けられている。

【0028】

更にまた、光検出器10から出力された電流信号を電圧信号に変換するプリアンプ14が設けられており、このプリアンプ14から出力された電圧信号に基づいて再生信号を生成して再生データを外部へ出力する再生信号生成回路15が設けられている。また、プリアンプ14から出力された電圧信号に基づいて、対物レンズ6を駆動するためのフォーカス誤差信号及びトラック誤差信号を生成する誤差信号生成回路16が設けられており、このフォーカス誤差信号及びトラック誤差信号が入力され、これらの信号に基づいて駆動信号を生成する対物レンズ駆動回路17が設けられており、この対物レンズ駆動回路17から出力された駆動

信号が入力され、対物レンズ6の位置を制御するアクチュエータ（図示せず）が設けられている。更に、本実施形態に係る光学式情報記録再生装置においては、ディスク7を回転させるスピンドル制御回路、及び光ヘッド装置21全体をディスク7に対して移動させるポジショナ制御回路等が設けられている。

【0029】

前述の如く、収差補正光学素子4は、半導体レーザ1から対物レンズ6までの光の経路に介在している。図1においては、偏光ビームスプリッタ3と1/4波長板5の間に挿入されているが、半導体レーザ1から対物レンズ6までの光学系中であれば、どこに挿入されていても良い。また、収差補正光学素子4は、以下に説明する複数の収差補正光学素子から選択された1枚又は2枚以上の収差補正光学素子であり、光ヘッド装置21において発生している収差を最も効果的に補正できる収差補正光学素子が選択され、光ヘッド装置21に組み込まれる。以下、光ヘッド装置21に組み込まれる収差補正光学素子4の候補となる複数の収差補正光学素子について、詳細に説明する。

【0030】

光学系で生じるコマ収差を補正する場合、収差補正光学素子4として、図2に示す収差補正光学素子4aを使用する。図2(a)は収差補正光学素子4aを示す平面図である。図2(a)に示すように、収差補正光学素子4aは、領域11a～11eの5つの領域に分割されている。なお、図中の点線は対物レンズ6の有効領域を示している。

【0031】

収差補正光学素子4aにおいては、外縁が+X方向及び-X方向に膨らんだ凸形曲線からなる領域11aが設けられており、この領域11aのY方向における両端は、対物レンズ6の有効領域の外側にはみ出し、夫々収差補正光学素子4aの端縁に接している。また、X方向における領域11aの両側が、夫々領域11d及び11eとなっている。更に、領域11aの内部における領域11aのY軸に平行な中心線に関して相互に対称となる位置に、2つの領域11b及び11cが設けられている。

【0032】

収差補正光学素子 4 a は、コマ収差の補正量及び／又は符号の違いにより、更に 4 種類の収差補正光学素子 4 a₁ ～ 4 a₄ に分類できる。図 2 (b) 乃至 (e) は、コマ収差の補正量及び／又は符号が相互に異なる 4 種類の収差補正光学素子 4 a₁ ～ 4 a₄ を示す図 2 (a) に示す A-A' 線による断面図である。図 2 (b) 乃至 (e) に示すように、収差補正光学素子 4 a₁ ～ 4 a₄ の表面形状は 3 レベルの階段状である。

【0033】

図 2 (b) に示す収差補正光学素子 4 a₁ においては、領域 11 b 及び 11 e の高さは領域 11 a の高さに比べて h だけ高く、領域 11 c 及び 11 d の高さは領域 11 a の高さに比べて h だけ低い。図 2 (c) に示す収差補正光学素子 4 a₂ においては、領域 11 b 及び 11 e の高さは領域 11 a の高さに比べて 2 h だけ高く、領域 11 c 及び 11 d の高さは領域 11 a の高さに比べて 2 h だけ低い。図 2 (d) に示す収差補正光学素子 4 a₃ においては、領域 11 b 及び 11 e の高さは領域 11 a の高さに比べて h だけ低く、領域 11 c 及び 11 d の高さは領域 11 a の高さに比べて h だけ高い。図 2 (e) に示す収差補正光学素子 4 a₄ においては、領域 11 b 及び 11 e の高さは領域 11 a の高さに比べて 2 h だけ低く、領域 11 c 及び 11 d の高さは領域 11 a の高さに比べて 2 h だけ高い。一方、収差補正光学素子 4 a の中心を通る Y 軸方向の断面は平坦である。

【0034】

このような断面を有する収差補正光学素子 4 a は、ガラス若しくはプラスチックの成形により、又は、ガラス上に誘電体を堆積させることにより作製することができる。後者の作製方法は、フォトリソグラフィのプロセスを適用できるため製造コストが低く、量産性に優れている。

【0035】

光学系で生じる球面収差を補正する場合、収差補正光学素子 4 として、図 3 に示す収差補正光学素子 4 b を使用する。図 3 (a) は収差補正光学素子 4 b を示す平面図である。図 3 (a) に示すように、収差補正光学素子 4 b は、領域 11 f ～ 11 j の 5 つの領域に分割されている。なお、図中の点線は対物レンズ 6 の有効領域を示している。

【0036】

収差補正光学素子 4 b においては、中心が収差補正光学素子 4 b の中心と一致する円形の領域 11 f が設けられており、この領域 11 f の周囲に、内側から外側に向かって、領域 11 f と同心円状に環状の領域 11 g、11 h 及び 11 i が設けられており、収差補正光学素子 4 b における領域 11 i の外側が領域 11 j となっている。なお、領域 11 i の外縁は対物レンズ 6 の有効領域に相当する領域の内部に位置している。

【0037】

収差補正光学素子 4 b は、球面収差の補正量及び／又は符号の違いにより、更に 4 種類の収差補正光学素子 4 b₁～4 b₄ に分類できる。図 3 (b) 乃至 (e) は、球面収差の補正量及び／又は符号が相互に異なる 4 種類の収差補正光学素子 4 b₁～4 b₄ を示す図 3 (a) に示す B-B' 線による断面図である。図 3 (b) 乃至 (e) に示すように、収差補正光学素子 4 b₁～4 b₄ の表面形状は 3 レベルの階段状である。

【0038】

図 3 (b) に示す収差補正光学素子 4 b₁ においては、領域 11 h の高さは領域 11 g 及び 11 i の高さに比べて h だけ高く、領域 11 f 及び 11 j の高さは領域 11 g 及び 11 i の高さに比べて h だけ低い。図 3 (c) に示す収差補正光学素子 4 b₂ においては、領域 11 h の高さは領域 11 g 及び 11 i の高さに比べて 2 h だけ高く、領域 11 f 及び 11 j の高さは領域 11 g 及び 11 i の高さに比べて 2 h だけ低い。図 3 (d) に示す収差補正光学素子 4 b₃ においては、領域 11 h の高さは領域 11 g 及び 11 i の高さに比べて h だけ低く、領域 11 f 及び 11 j の高さは領域 11 g 及び 11 i の高さに比べて h だけ高い。図 3 (e) に示す収差補正光学素子 4 b₄ においては、領域 11 h の高さは領域 11 g 及び 11 i の高さに比べて 2 h だけ低く、領域 11 f 及び 11 j の高さは領域 11 g 及び 11 i の高さに比べて 2 h だけ高い。一方、収差補正光学素子 4 b の中心を通る Y 軸方向の断面は、中心を通る X 軸方向の断面と同じである。

【0039】

このような断面を有する収差補正光学素子 4 b は、ガラス若しくはプラスチック

クの成形により、又は、ガラス上に誘電体を堆積させることにより作製することができる。後者の作製方法は、フォトリソグラフィのプロセスを適用できるため製造コストが低く、量産性に優れている。

【0040】

光学系で生じる非点収差を補正する場合、収差補正光学素子4として、図4に示す収差補正光学素子4cを使用する。図4(a)は収差補正光学素子4cを示す平面図である。図4(a)に示すように、収差補正光学素子4cは、領域11k~11oの5つの領域に分割されている。なお、図中の点線は対物レンズ6の有効領域を示している。

【0041】

収差補正光学素子4cにおいては、中心が収差補正光学素子4cの中心と一致する円形の領域11kが設けられており、この領域11kの外側に領域11l~11oが収差補正光学素子4bの中心に関して4回対称となるように設けられている。領域11kから見て、+Y方向には領域11lが設けられており、-Y方向には領域11mが設けられており、-X方向には領域11nが設けられており、+X方向には領域11oが設けられている。領域11l~11oにおける相互間の境界線は、収差補正光学素子4bの対角線と一致している。なお、領域11kは対物レンズ6の有効領域の内部にある。

【0042】

収差補正光学素子4cは、非点収差の補正量及び／又は符号の違いにより、更に4種類の収差補正光学素子4c₁~4c₄に分類できる。図4(b)乃至(e)は、非点収差の補正量及び／又は符号が異なる4種類の収差補正光学素子4c₁~4c₄を示す図4(a)に示すC-C'線による断面図である。図4(b)乃至(e)に示すように、収差補正光学素子4c₁~4c₄の中心を通るX方向の断面形状は2レベルの階段状である。

【0043】

図4(b)に示す収差補正光学素子4c₁においては、領域11n及び11oの高さは領域11kの高さに比べてhだけ高い。図4(c)に示す収差補正光学素子4c₂においては、領域11n及び11oの高さは領域11kの高さに比べ

て2hだけ高い。図4(d)に示す収差補正光学素子4c₃においては、領域11n及び11oの高さは領域11kの高さに比べてhだけ低い。図4(e)に示す収差補正光学素子4c₄においては、領域11n及び11oの高さは領域11kの高さに比べて2hだけ低い。

【0044】

一方、収差補正光学素子4cの中心を通るY軸方向の断面形状(図示せず)は、同じく2レベルの階段状である。図4(b)に示す収差補正光学素子4c₁においては、領域11l及び11mの高さは領域11kの高さに比べてhだけ低い。図4(c)に示す収差補正光学素子4c₂においては、領域11l及び11mの高さは領域11kの高さに比べて2hだけ低い。図4(d)に示す収差補正光学素子4c₃においては、領域11l及び11mの高さは領域11kの高さに比べてhだけ高い。図4(e)に示す収差補正光学素子4c₄においては、領域11l及び11mの高さは領域11kの高さに比べて2hだけ高い。即ち、収差補正光学素子4cの表面形状は、全体として3レベルの階段状である。

【0045】

このような断面を有する収差補正光学素子4cは、ガラス若しくはプラスチックの成形により、又は、ガラス上に誘電体を堆積させることにより作製することができる。後者の作製方法は、フォトリソグラフィのプロセスを適用できるため、製造コストが低く、量産性に優れている。

【0046】

次に、本実施形態に係る光ヘッド装置21の製造方法について説明する。先ず、図1に示すように、半導体レーザ1、コリメータレンズ2、偏光ビームスプリッタ3、1/4波長板5、対物レンズ6を、半導体レーザ1が出射するレーザ光の経路に沿ってこの順に配列し、光学系を組み立てる。また、偏光ビームスプリッタ3により反射される光の経路に沿って、円筒レンズ8、レンズ9及び光検出器10をこの順に配列する。一方、収差補正光学素子として、前述の収差補正光学素子4a₁～4a₄、4b₁～4b₄、4c₁～4c₄を準備しておく。

【0047】

次に、半導体レーザ1、コリメータレンズ2、偏光ビームスプリッタ3、1/

4 波長板 5、対物レンズ 6 からなる光路における光の収差を、干渉計等により測定する。そして、この収差の種類、符号及び収差量に応じて、この収差を補正できるような収差補正光学素子を収差補正光学素子 4 a₁ ~ 4 a₄、4 b₁ ~ 4 b₄、4 c₁ ~ 4 c₄ から選択し、選択した収差補正光学素子 4 を偏光ビームスプリッタ 3 と 1/4 波長板 5 との間に、光路に介在するように組み込む。このとき、収差補正光学素子 4 により補正される収差の方向が測定された収差の方向と一致するように、収差補正光学素子 4 を入射光の光軸を中心軸として回転させながら、収差補正光学素子 4 の方向を調整してもよい。これにより、光ヘッド装置 2 1 が製造される。

【0048】

次に、上述の如く構成された本実施形態に係る光学式情報記録再生装置の動作について説明する。まず、ディスク 7 への記録動作について説明する。図 1 に示すように、まず、外部から記録データが記録信号生成回路 1 2 に入力される。そして、この記録信号生成回路 1 2 が入力された記録データに基づき、半導体レーザー 1 を駆動するための記録信号を生成し、半導体レーザー駆動回路 1 3 に対して出力する。次に、半導体レーザー駆動回路 1 3 がこの記録信号に基づいて駆動信号を生成し、光ヘッド装置 2 1 の半導体レーザー 1 に対して出力する。

【0049】

そして、半導体レーザー 1 が入力された駆動信号に基づいてレーザー光を出射する。このレーザー光はコリメータレンズ 2 により平行光化され、偏光ビームスプリッタ 3 に P 偏光として入射してほぼ完全に透過し、収差補正光学素子 4 を透過することにより往路における収差が補正される。次に、この光は 1/4 波長板 5 を透過して直線偏光から円偏光に変換され、対物レンズ 6 でディスク 7 上に集光される。これにより、ディスク 7 にデータが書き込まれ、信号が記録される。

【0050】

そして、この光はディスク 7 により反射され、対物レンズ 6 を逆向きに透過し、1/4 波長板 5 を透過して円偏光から往路と偏光方向が直交した直線偏光に変換され、収差補正光学素子 4 を透過することにより復路における収差が補正され、偏光ビームスプリッタ 3 に S 偏光として入射してほぼ完全に反射され、円筒レ

レンズ 8 に向けて出射される。この光が円筒レンズ 8 及びレンズ 9 を透過することにより非点収差を与えられ、光検出器 10 に入射する。そして、光検出器 10 の各受光部が受光した光の強度に基づいて電流信号を生成し、プリアンプ 14 に対して出力する。

【0051】

次に、図 1 に示すように、プリアンプ 14 が入力された電流信号を電圧信号に変換し、再生信号生成回路 15 及び誤差信号生成回路 16 に対して出力する。そして、誤差信号生成回路 16 が、プリアンプ 14 から入力される電圧信号に基づいて、対物レンズ 6 を駆動するためのフォーカス誤差信号及びトラック誤差信号を生成する。

【0052】

そして、対物レンズ駆動回路 17 が、誤差信号生成回路 16 から入力されるフォーカス誤差信号及びトラック誤差信号に基づいてアクチュエータを駆動し、対物レンズ 6 の位置を制御する。これにより、フォーカスサーボ及びトラックサーボの動作が行われる。

【0053】

次に、ディスク 7 からの再生動作について説明する。データの再生時においては、半導体レーザ駆動回路 13 は外部から入力される記録データに基づいて半導体レーザ 1 を駆動するのではなく、半導体レーザ 1 に一定の出力でレーザ光を出射させる。そして、前述の記録動作と同様な動作により、レーザ光がディスク 7 上に集光して反射され、光検出器 10 により電流信号として取り出される。次いで、プリアンプ 14 がこの電流信号を電圧信号に変換して再生信号生成回路 15 及び誤差信号生成回路 16 に対して出力する。

【0054】

次に、再生信号生成回路 15 が、プリアンプ 14 から入力される電圧信号に基づき、再生信号を生成し、再生データとして外部へ出力する。これにより、ディスク 7 からの信号の再生が行われる。なお、誤差信号生成回路 16、対物レンズ駆動回路 17 及びアクチュエータの動作は、前述のデータ記録時と同様である。

【0055】

以下、上述の光学式情報記録再生装置の動作における収差補正光学素子4の作用について、詳細に説明する。図5(a)乃至(h)は、横軸に収差補正光学素子4aの中心を通るX軸方向の断面における位置をとり、縦軸に収差量をとって、光学系又は収差補正光学素子4aの波面収差を示すグラフ図であり、図5(a)乃至(d)に示す実線は光学系において生じるコマ収差を示しており、破線は収差補正光学素子4aにより生じる波面収差を示しており、図5(e)乃至(h)に示す実線は収差補正光学素子4aを用いて光学系で生じるコマ収差を補正した場合の波面収差を示している。

【0056】

図5(a)においては、光学系で生じるコマ収差がX軸の負の側から正の側へ向かって正、負、正、負と変化しており、RMS (root mean square : 二乗平均平方根) 波面収差は 0.02λ である。このコマ収差を補正するため、図2(b)に示す収差補正光学素子4a₁を使用する。収差補正光学素子4a₁で生じるコマ収差は、X軸の負の側から正の側へ向かって負、正、負、正と変化している。図2(b)における高さhは、収差補正光学素子4a₁を使用して図5(a)に示すコマ収差を補正したときに、残留RMS波面収差が最小になるように設計されている。図5(e)はこのときの残留波面収差、即ち図5(a)の実線と点線の和を示しており、残留波面収差の絶対値が 0λ に近づいていることがわかる。

【0057】

図5(b)においては、光学系で生じるコマ収差がX軸の負の側から正の側へ向かって正、負、正、負と変化しており、RMS波面収差は 0.04λ である。このコマ収差を補正するため、図2(c)に示す収差補正光学素子4a₂を使用する。収差補正光学素子4a₂で生じるコマ収差は、X軸の負の側から正の側へ向かって負、正、負、正と変化している。図2(c)における高さ2hは、収差補正光学素子4a₂を使用して図5(b)に示すコマ収差を補正したときに、残留RMS波面収差が最小になるように設計されている。図5(f)はこのときの残留波面収差、即ち図5(b)の実線と点線の和を示しており、残留波面収差の絶対値が 0λ に近づいていることがわかる。

【0058】

図5(c)においては、光学系で生じるコマ収差がX軸の負の側から正の側へ向かって負、正、負、正と変化しており、RMS波面収差は 0.02λ である。このコマ収差を補正するため、図2(d)に示す収差補正光学素子4a₃を使用する。収差補正光学素子4a₃で生じるコマ収差は、X軸の負の側から正の側へ向かって正、負、正、負と変化している。図2(d)における高さhは、収差補正光学素子4a₃を使用して図5(c)に示すコマ収差を補正したときに、残留RMS波面収差が最小になるように設計されている。図5(g)はこのときの残留波面収差、即ち図5(c)の実線と点線の和を示しており、残留波面収差の絶対値が 0λ に近づいていることがわかる。

【0059】

図5(d)においては、光学系で生じるコマ収差がX軸の負の側から正の側へ向かって負、正、負、正と変化しており、RMS波面収差は 0.04λ である。このコマ収差を補正するため、図2(e)に示す収差補正光学素子4a₄を使用する。収差補正光学素子4a₄で生じるコマ収差は、X軸の負の側から正の側へ向かって正、負、正、負と変化している。図2(e)における高さ2hは、収差補正光学素子4a₄を使用して図5(d)に示すコマ収差を補正したときに、残留RMS波面収差が最小になるように設計されている。図5(h)はこのときの残留波面収差、即ち図5(d)の実線と点線の和を示しており、残留波面収差の絶対値が 0λ に近づいていることがわかる。

【0060】

一方、収差補正光学素子4aの中心を通るY軸方向の断面における波面収差は 0λ である。

【0061】

光学系で生じるコマ収差がRMS波面収差として最大 0.05λ であるとする。このとき、例えば、図2(b)乃至(e)に示す4種類の収差補正光学素子4aを準備しておく。そして、半導体レーザ1から対物レンズ6までの光学系のうち、収差補正光学素子4aを除く光学系において生じるコマ収差の量及び符号を干渉計等により測定する。そして、測定したコマ収差の量及び符号に応じて、4

種類の収差補正光学素子 4 a₁ 乃至 4 a₄ の中から、補正後の残留 RMS 波面収差が最も小さくなるように、必要に応じて 1 種類の収差補正光学素子 4 a を選択し、光学系中に挿入する。具体的には、RMS 波面収差が 0.01 λ 以下の場合には、収差補正光学素子 4 a を用いたコマ収差の補正を行わない。RMS 波面収差が 0.01 λ より大きく 0.03 λ 以下の場合には、コマ収差の符号に応じて、図 2 (b) に示す収差補正光学素子 4 a₁ 又は図 2 (d) に示す収差補正光学素子 4 a₃ を用いてコマ収差の補正を行う。これにより、補正後の残留 RMS 波面収差を約 0.01 λ 以下に低減することができる。RMS 波面収差が 0.03 λ より大きく 0.05 λ 以下の場合には、コマ収差の符号に応じて、図 2 (c) に示す収差補正光学素子 4 a₂ 又は図 2 (e) に示す収差補正光学素子 4 a₄ を用いてコマ収差の補正を行う。これにより、補正後の残留 RMS 波面収差を約 0.01 λ 以下に低減することができる。なお、本実施形態においては、収差補正光学素子 4 a の種類を 4 種類としたが、コマ収差の補正量及び／又は符号が異なる収差補正光学素子 4 a の種類が多いほど、補正後の残留 RMS 波面収差を小さくすることができる。

【0062】

なお、図 2 及び図 5 においては、光学系で生じるコマ収差の方向が X 軸方向である場合について説明したが、光学系で生じるコマ収差の方向が X 軸方向とは異なる場合についても、その方向と、収差補正光学素子 4 a で補正できるコマ収差の方向が略一致するように、収差補正光学素子 4 a を入射光の光軸に垂直な面内で回転させて設置すれば、コマ収差の補正を行うことができる。

【0063】

図 6 (a) 乃至 (h) は、横軸に収差補正光学素子 4 b の中心を通る X 軸方向の断面における位置をとり、縦軸に収差量をとって、光学系又は収差補正光学素子 4 b の波面収差を示すグラフ図であり、図 6 (a) 乃至 (d) に示す実線は光学系において生じる球面収差を示しており、破線は収差補正光学素子 4 b により生じる波面収差を示しており、図 6 (e) 乃至 (h) に示す実線は収差補正光学素子 4 b を用いて光学系で生じる球面収差を補正した場合の波面収差を示している。

【0064】

図6 (a) においては、光学系で生じる球面収差がX軸の負の側から正の側へ向かって正、負、正、負、正と変化しており、RMS波面収差は 0.02λ である。この球面収差を補正するため、図3 (b) に示す収差補正光学素子4b₁を使用する。収差補正光学素子4b₁で生じる球面収差は、X軸の負の側から正の側へ向かって負、正、負、正、負と変化している。図3 (b) における高さhは、収差補正光学素子4b₁を使用して図6 (a) に示す球面収差を補正したときに、残留RMS波面収差が最小になるように設計されている。図6 (e) はこのときの残留波面収差、即ち図6 (a) の実線と点線の和を示しており、残留波面収差の絶対値が 0λ に近づいていることがわかる。

【0065】

図6 (b) においては、光学系で生じる球面収差がX軸の負の側から正の側へ向かって正、負、正、負、正と変化しており、RMS波面収差は 0.04λ である。この球面収差を補正するため、図3 (c) に示す収差補正光学素子4b₂を使用する。収差補正光学素子4b₂で生じる球面収差は、X軸の負の側から正の側へ向かって負、正、負、正、負と変化している。図3 (c) における高さ2hは、収差補正光学素子4b₂を使用して図6 (b) に示す球面収差を補正したときに、残留RMS波面収差が最小になるように設計されている。図6 (f) はこのときの残留波面収差、即ち図6 (b) の実線と点線の和を示しており、残留波面収差の絶対値が 0λ に近づいていることがわかる。

【0066】

図6 (c) においては、光学系で生じる球面収差がX軸の負の側から正の側へ向かって負、正、負、正、負と変化しており、RMS波面収差は 0.02λ である。この球面収差を補正するため、図3 (d) に示す収差補正光学素子4b₃を使用する。収差補正光学素子4b₃で生じる球面収差は、X軸の負の側から正の側へ向かって正、負、正、負、正と変化している。図3 (d) における高さhは、収差補正光学素子4b₃を使用して図6 (c) に示す球面収差を補正したときに、残留RMS波面収差が最小になるように設計されている。図6 (g) はこのときの残留波面収差、即ち図6 (c) の実線と点線の和を示しており、残留波面

収差の絶対値が 0λ に近づいていることがわかる。

【0067】

図6 (d) においては、光学系で生じる球面収差がX軸の負の側から正の側へ向かって負、正、負、正、負と変化しており、RMS波面収差は 0.04λ である。この球面収差を補正するため、図3 (e) に示す収差補正光学素子4b₄を使用する。収差補正光学素子4b₄で生じる球面収差は、X軸の負の側から正の側へ向かって正、負、正、負、正と変化している。図3 (e) における高さ $2h$ は、収差補正光学素子4b₄を使用して図6 (d) に示す球面収差を補正したときに、残留RMS波面収差が最小になるように設計されている。図6 (h) はこのときの残留波面収差、即ち図6 (d) の実線と点線の和を示しており、残留波面収差の絶対値が 0λ に近づいていることがわかる。

【0068】

一方、収差補正光学素子4bの中心を通るY軸方向の断面における波面収差は、中心を通るX軸方向の断面における波面収差と同じである。

【0069】

光学系で生じる球面収差がRMS波面収差として最大 0.05λ であるとする。このとき、図3 (b) 乃至 (e) に示す4種類の収差補正光学素子4bを準備しておく。そして、収差補正光学素子4bを除く、半導体レーザ1から対物レンズ6までの光学系で生じる球面収差の量及び符号を干渉計等により測定する。次に、測定した球面収差の量及び符号に応じて、4種類の収差補正光学素子4bの中から、補正後の残留RMS波面収差が最も小さくなるように、必要に応じて1種類の収差補正光学素子4bを選択し、光学系中に挿入する。具体的には、RMS波面収差が 0.01λ 以下である場合は、収差補正光学素子4bによる球面収差の補正を行わない。RMS波面収差が 0.01λ より大きく 0.03λ 以下である場合は、球面収差の符号に応じて、図3 (b) に示す収差補正光学素子4b₁ 又は図3 (d) に示す収差補正光学素子4b₃ を使用して球面収差の補正を行う。これにより、補正後の残留RMS波面収差を約 0.01λ 以下に低減することができる。RMS波面収差が 0.03λ より大きく 0.05λ 以下の場合は、球面収差の符号に応じて、図3 (c) に示す収差補正光学素子4b₂ 又は図3 (

e) に示す収差補正光学素子 4 b₄ を使用して球面収差の補正を行う。これにより、補正後の残留 RMS 波面収差を約 0.01λ 以下に低減することができる。本実施形態においては、収差補正光学素子 4 b の種類を 4 種類としたが、球面収差の補正量及び／又は符号が異なる収差補正光学素子 4 b の種類が多いほど、補正後の残留 RMS 波面収差を小さくすることができる。

【0070】

図 7 (a) 乃至 (h) は、横軸に収差補正光学素子 4 c の中心を通る X 軸方向の断面における位置をとり、縦軸に収差量をとって、光学系又は収差補正光学素子 4 c の波面収差を示すグラフ図であり、図 7 (a) 乃至 (d) に示す実線は光学系において生じる非点収差を示しており、破線は収差補正光学素子 4 c により生じる波面収差を示しており、図 7 (e) 乃至 (h) に示す実線は収差補正光学素子 4 c を用いて光学系で生じる非点収差を補正した場合の波面収差を示している。

【0071】

図 7 (a) においては、光学系で生じる非点収差が X 軸の負の側から正の側へ向かって負、正、負と変化しており、RMS 波面収差は 0.02λ である。この非点収差を補正するため、図 4 (b) に示す収差補正光学素子 4 c₁ を使用する。収差補正光学素子 4 c₁ で生じる非点収差は、X 軸の負の側から正の側へ向かって正、負、正と変化している。図 4 (b) における高さ h は、収差補正光学素子 4 c₁ を使用して図 7 (a) に示す非点収差を補正したときに、残留 RMS 波面収差が最小になるように設計されている。図 7 (e) はこのときの残留波面収差、即ち図 7 (a) の実線と点線の和を示しており、残留波面収差の絶対値が 0λ に近づいていることがわかる。

【0072】

図 7 (b) においては、光学系で生じる非点収差が X 軸の負の側から正の側へ向かって負、正、負と変化しており、RMS 波面収差は 0.04λ である。この非点収差を補正するため、図 4 (c) に示す収差補正光学素子 4 c₂ を使用する。収差補正光学素子 4 c₂ で生じる非点収差は、X 軸の負の側から正の側へ向かって正、負、正と変化している。図 4 (c) における高さ 2 h は、収差補正光学

素子 4 c₂ を使用して図 7 (b) に示す非点収差を補正したときに、残留 RMS 波面収差が最小になるように設計されている。図 7 (f) はこのときの残留波面収差、即ち図 7 (b) の実線と点線の和を示しており、残留波面収差の絶対値が 0λ に近づいていることがわかる。

【0073】

図 7 (c) においては、光学系で生じる非点収差が X 軸の負の側から正の側へ向かって正、負、正と変化しており、RMS 波面収差は 0.02λ である。この非点収差を補正するため、図 4 (d) に示す収差補正光学素子 4 c₃ を使用する。収差補正光学素子 4 c₃ で生じる非点収差は、X 軸の負の側から正の側へ向かって負、正、負と変化している。図 4 (d) における高さ h は、収差補正光学素子 4 c₃ を使用して図 7 (c) に示す非点収差を補正したときに、残留 RMS 波面収差が最小になるように設計されている。図 7 (g) はこのときの残留波面収差、即ち図 7 (c) の実線と点線の和を示しており、残留波面収差の絶対値が 0λ に近づいていることがわかる。

【0074】

図 7 (d) においては、光学系で生じる非点収差が X 軸の負の側から正の側へ向かって正、負、正と変化しており、RMS 波面収差は 0.04λ である。この非点収差を補正するため、図 4 (e) に示す収差補正光学素子 4 c₄ を使用する。収差補正光学素子 4 c₄ で生じる非点収差は、X 軸の負の側から正の側へ向かって負、正、負と変化している。図 4 (e) における高さ 2h は、収差補正光学素子 4 c₄ を使用して図 7 (d) に示す非点収差を補正したときに、残留 RMS 波面収差が最小になるように設計されている。図 7 (h) はこのときの残留波面収差、即ち図 7 (d) の実線と点線の和を示しており、残留波面収差の絶対値が 0λ に近づいていることがわかる。

【0075】

一方、収差補正光学素子 4 c の中心を通る Y 軸方向の断面における波面収差は、中心を通る X 軸方向の断面における波面収差と符号が逆である。

【0076】

光学系で生じる非点収差が RMS 波面収差として最大 0.05λ であるとする

。このとき、図4 (b) ~ (e) に示す4種類の収差補正光学素子4 cを準備しておく。そして、収差補正光学素子4 cを除く、半導体レーザ1から対物レンズ6までの光学系で生じる非点収差の量及び符号を干渉計等により測定する。測定した非点収差の量及び符号に応じて、4種類の収差補正光学素子4 c₁乃至4 c₄の中から、補正後の残留RMS波面収差が最も小さくなるように、必要に応じて1種類の収差補正光学素子4 cを選択し、光学系中に挿入する。具体的には、RMS波面収差が0.01λ以下の場合、収差補正光学素子4 cを用いた非点収差の補正を行わない。RMS波面収差が0.01λより大きく0.03λ以下の場合、非点収差の符号に応じて、図4 (b) に示す収差補正光学素子4 c₁又は図4 (d) に示す収差補正光学素子4 c₃を使用して非点収差の補正を行う。これにより、補正後の残留RMS波面収差を約0.01λ以下に低減することができる。RMS波面収差が0.03λより大きく0.05λ以下の場合、非点収差の符号に応じて、図4 (c) に示す収差補正光学素子4 c₂又は図4 (e) に示す収差補正光学素子4 c₄を使用して非点収差の補正を行う。これにより、補正後の残留RMS波面収差を約0.01λ以下に低減することができる。本実施形態においては、収差補正光学素子4 cの種類を4種類としたが、非点収差の補正量及び／又は符号が異なる収差補正光学素子4 cの種類が多いほど、補正後の残留RMS波面収差を小さくすることができる。

【0077】

なお、図4及び図7では、光学系で生じる非点収差の方向がX-Y軸方向である場合について説明したが、光学系で生じる非点収差の方向がX-Y軸方向とは異なる場合についても、その方向と、収差補正光学素子4 cで補正できる非点収差の方向が略一致するように、収差補正光学素子4 cを入射光の光軸に垂直な面内で回転させて設置すれば、非点収差の補正を行うことができる。

【0078】

このように、本実施形態においては、収差補正光学素子4を複数種類用意しておいて、光ヘッド装置21における収差補正光学素子4を除く光学系の収差を測定し、この収差の種類、符号、補正量に応じていずれかの収差補正光学素子4を選択して光ヘッド装置21に組み込むことにより、光ヘッド装置21の光学系の

収差を簡単に低減することができる。

【0079】

また、本実施形態においては、収差補正光学素子 4 a、4 b、4 c のうちいずれか一つの収差補正光学素子を使用して、光学系において生じるコマ収差、球面収差、非点収差のうちいずれか一つの収差を補正する場合について説明したが、いずれか二つ以上の収差補正光学素子を使用して、いずれか二つ以上の収差を補正することも可能である。例えば、光ヘッド装置 21 の半導体レーザ 1 から対物レンズ 6 までの光の経路において発生する収差が、コマ収差、球面収差、非点収差のうち 2 種類の収差を含んでいる場合は、各収差を補正する 2 枚の収差補正光学素子を組み込んでもよい。又は、前記光の経路において発生する収差が、コマ収差、球面収差、非点収差の全てを含んでいる場合は、各収差を補正する 3 枚の収差補正光学素子を組み込んでもよい。

【0080】

更に、図 2 乃至図 4 に示す収差補正光学素子 4 a、4 b、4 c における階段状のパタンのレベル数は 3 であるが、これは 2 以上であればいくつでも構わない。レベル数が多いほど、残留 RMS 波面収差を小さくすることができる。

【0081】

次に、本発明の第 2 の実施形態について説明する。図 8 (a) 乃至 (e) は本実施形態における収差補正光学素子 4 d を示す図であり、図 9 (a) 乃至 (e) は本実施形態における収差補正光学素子 4 e を示す図であり、図 10 (a) 乃至 (e) は本実施形態における収差補正光学素子 4 f を示す図である。各図の (a) は平面図であり、(b) 乃至 (e) は断面図である。本実施形態は、前述の第 1 の実施形態と比較して、収差補正光学素子 4 として図 8 乃至図 10 に示す収差補正光学素子 4 d 乃至 4 f から選択された収差補正光学素子を使用する点が異なっている。本実施形態における上記以外の構成及び動作は、前述の第 1 の実施形態と同様である。

【0082】

以下、本実施形態における収差補正光学素子 4 について説明する。光学系で生じるコマ収差を補正する場合、収差補正光学素子 4 として、図 8 に示す収差補正

光学素子 4 d を用いることもできる。図 8 (a) は収差補正光学素子 4 d を示す平面図である。収差補正光学素子 4 d は、単一の領域から構成されており、図 2 (a) 乃至 (e) に示す収差補正光学素子 4 a の表面における段差をなくし、表面全体を単一の曲面で形成したものである。なお、図中の実線は対物レンズ 6 の有効領域に相当する。図 8 (b) 乃至 (e) は、コマ収差の補正量及び／又は符号が異なる 4 種類の収差補正光学素子 4 d を示す図 8 (a) に示す D-D' 線による断面図である。図 8 (b) 乃至 (e) に示すように、中心を通る X 軸方向の断面は曲線状である。このような断面を有する収差補正光学素子 4 d は、ガラス又はプラスチックの成形により作製することができる。

【0083】

図 8 (b) に示す収差補正光学素子 4 d₁ においては、中心から X 軸の負の側へ向かって高さが一旦高くなったのち低くなり、中心から X 軸の正の側へ向かって高さが一旦低くなったのち高くなる。最高点の高さは中心の高さに比べて H だけ高く、最低点の高さは中心の高さに比べて H だけ低い。図 8 (c) に示す収差補正光学素子 4 d₂ においては、中心から X 軸の負の側へ向かって高さが一旦高くなったのち低くなり、中心から X 軸の正の側へ向かって高さが一旦低くなったのち高くなる。最高点の高さは中心の高さに比べて 2 H だけ高く、最低点の高さは中心の高さに比べて 2 H だけ低い。図 8 (d) に示す収差補正光学素子 4 d₃ においては、中心から X 軸の負の側へ向かって高さが一旦低くなったのち高くなり、中心から X 軸の正の側へ向かって高さが一旦高くなったのち低くなる。最高点の高さは中心の高さに比べて H だけ高く、最低点の高さは中心の高さに比べて H だけ低い。図 8 (e) に示す収差補正光学素子 4 d₄ においては、中心から X 軸の負の側へ向かって高さが一旦低くなったのち高くなり、中心から X 軸の正の側へ向かって高さが一旦高くなったのち低くなる。最高点の高さは中心の高さに比べて 2 H だけ高く、最低点の高さは中心の高さに比べて 2 H だけ低い。一方、収差補正光学素子 4 d の中心を通る Y 軸方向の断面は平坦である。

【0084】

収差補正光学素子 4 d を用いて光学系で生じるコマ収差を補正する場合における収差補正光学素子 4 d の中心を通る X 軸方向の断面における波面収差は、図 5

に示すものと同じである。図5 (a) に示すコマ収差を補正する場合、図8 (b) に示す収差補正光学素子 $4d_1$ を用いる。図8 (b) における高さ H は、収差補正光学素子 $4d_1$ を用いて図5 (a) に示すコマ収差を完全に補正できるように、即ち、残留 RMS 波面収差が 0λ になるように設計されている。図5 (b) に示すコマ収差を補正する場合、図8 (c) に示す収差補正光学素子 $4d_2$ を用いる。図8 (c) における高さ $2H$ は、収差補正光学素子 $4d_2$ を用いて図5 (b) に示すコマ収差を完全に補正できるように、即ち、残留 RMS 波面収差が 0λ になるように設計されている。図5 (c) に示すコマ収差を補正する場合、図8 (d) に示す収差補正光学素子 $4d_3$ を用いる。図8 (d) における高さ H は、収差補正光学素子 $4d_3$ を用いて図5 (c) に示すコマ収差を完全に補正できるように、即ち、残留 RMS 波面収差が 0λ になるように設計されている。図5 (d) に示すコマ収差を補正する場合、図8 (e) に示す収差補正光学素子 $4d_4$ を用いる。図8 (e) における高さ $2H$ は、収差補正光学素子 $4d_4$ を用いて図5 (d) に示すコマ収差を完全に補正できるように、即ち、残留 RMS 波面収差が 0λ になるように設計されている。

【0085】

一方、収差補正光学素子 $4d$ の中心を通る Y 軸方向の断面における波面収差は 0λ である。

【0086】

光学系で生じるコマ収差が RMS 波面収差として最大 0.05λ であるとする。このとき、図8 (b) 乃至 (e) に示す4種類の収差補正光学素子 $4d$ を準備しておく。そして、収差補正光学素子 $4d$ を除く、半導体レーザ1から対物レンズ6までの光学系で生じるコマ収差の量及び符号を干渉計等により測定する。その後、測定したコマ収差の量及び符号に応じて、4種類の収差補正光学素子 $4d$ の中から、補正後の残留 RMS 波面収差が最も小さくなるように、必要に応じて1種類の収差補正光学素子 $4d$ を選択し、光学系中に挿入する。具体的には、RMS 波面収差が 0.01λ 以下の場合は、収差補正光学素子 $4d$ を用いたコマ収差の補正を行わない。RMS 波面収差が 0.01λ より大きく 0.03λ 以下の場合は、コマ収差の符号に応じて、図8 (b) に示す収差補正光学素子 $4d_1$ 又

は図8 (d) に示す収差補正光学素子4 d₃を用いたコマ収差の補正を行う。これにより、補正後の残留RMS波面収差を0.01λ以下に低減することができる。RMS波面収差が0.03λより大きく0.05λ以下の場合は、コマ収差の符号に応じて、図8 (c) に示す収差補正光学素子4 d₂又は図8 (e) に示す収差補正光学素子4 d₄を用いたコマ収差の補正を行う。これにより、補正後の残留RMS波面収差を0.01λ以下に低減することができる。ここでは、収差補正光学素子4 dの種類を4種類としたが、コマ収差の補正量及び／又は符号が異なる収差補正光学素子4 dの種類が多いほど、補正後の残留RMS波面収差を小さくすることができる。

【0087】

なお、図8では、光学系で生じるコマ収差の方向がX軸方向である場合について説明したが、光学系で生じるコマ収差の方向がX軸方向とは異なる場合についても、その方向と、収差補正光学素子4 dで補正できるコマ収差の方向が略一致するように、収差補正光学素子4 dを入射光の光軸に垂直な面内で回転させて設置すれば、コマ収差の補正を行うことができる。

【0088】

光学系で生じる球面収差を補正する場合、収差補正光学素子4として、図9に示す収差補正光学素子4 eを用いることもできる。図9 (a) は収差補正光学素子4 eの平面図である。収差補正光学素子4 eは、単一の領域から構成されており、図3 (a) 乃至 (e) に示す収差補正光学素子4 bの表面における段差をなくし、全体を単一の曲面で形成したものである。なお、図中の実線は対物レンズ6の有効領域に相当する。図9 (b) 乃至 (e) は、球面収差の補正量及び／又は符号が異なる4種類の収差補正光学素子4 eを示す図9 (a) に示すE-E'線による断面図である。図9 (b) 乃至 (e) に示すように、中心を通るX軸方向の断面は曲線状である。このような断面を有する収差補正光学素子4 eは、ガラス又はプラスチックの成形により作製することができる。

【0089】

図9 (b) に示す収差補正光学素子4 e₁においては、中心からX軸の正及び負の側へ向かって高さが一旦高くなったのち低くなる。最高点の高さは最低点の

高さに比べて $2H$ だけ高い。図 9 (c) に示す収差補正光学素子 $4e_2$ においては、中心から X 軸の正及び負の側へ向かって高さが一旦高くなったのち低くなる。最高点の高さは最低点の高さに比べて $4H$ だけ高い。図 9 (d) に示す収差補正光学素子 $4e_3$ においては、中心から X 軸の正及び負の側へ向かって高さが一旦低くなったのち高くなる。最高点の高さは最低点の高さに比べて $2H$ だけ高い。図 9 (e) に示す収差補正光学素子 $4e_4$ においては、中心から X 軸の正及び負の側へ向かって高さが一旦低くなったのち高くなる。最高点の高さは最低点の高さに比べて $4H$ だけ高い。一方、収差補正光学素子 $4e$ の中心を通る Y 軸方向の断面は、中心を通る X 軸方向の断面と同じである。

【0090】

収差補正光学素子 $4e$ を用いて光学系で生じる球面収差を補正する場合における収差補正光学素子 $4e$ の中心を通る X 軸方向の断面における波面収差は、図 6 に示すものと同じである。即ち、図 6 (a) に示す球面収差を補正する場合、図 9 (b) に示す収差補正光学素子 $4e_1$ を用いる。図 9 (b) における高さ H は、収差補正光学素子 $4e_1$ を用いて図 6 (a) に示す球面収差を完全に補正できるように、即ち、残留 RMS 波面収差が 0λ になるように設計されている。図 6 (b) に示す球面収差を補正する場合、図 9 (c) に示す収差補正光学素子 $4e_2$ を用いる。図 9 (c) における高さ $2H$ は、収差補正光学素子 $4e_2$ を用いて図 6 (b) に示す球面収差を完全に補正できるように、即ち、残留 RMS 波面収差が 0λ になるように設計されている。図 6 (c) に示す球面収差を補正する場合、図 9 (d) に示す収差補正光学素子 $4e_3$ を用いる。図 9 (d) における高さ H は、収差補正光学素子 $4e_3$ を用いて図 6 (c) に示す球面収差を完全に補正できるように、即ち、残留 RMS 波面収差が 0λ になるように設計されている。図 6 (d) に示す球面収差を補正する場合、図 9 (e) に示す収差補正光学素子 $4e_4$ を用いる。図 9 (e) における高さ $2H$ は、収差補正光学素子 $4e_4$ を用いて図 6 (d) に示す球面収差を完全に補正できるように、即ち、残留 RMS 波面収差が 0λ になるように設計されている。

【0091】

一方、収差補正光学素子 $4e$ の中心を通る Y 軸方向の断面における波面収差は

、中心を通る X 軸方向の断面における波面収差と同じである。

【0092】

光学系で生じる球面収差が RMS 波面収差として最大 0.05λ であるとする。このとき、図 9 (b) ~ (e) に示す 4 種類の収差補正光学素子 4 e を準備しておく。そして、収差補正光学素子 4 e を除く、半導体レーザ 1 から対物レンズ 6 までの光学系で生じる球面収差の量及び符号を干渉計等により測定する。測定した球面収差の量及び符号に応じて、4 種類の収差補正光学素子 4 eの中から、補正後の残留 RMS 波面収差が最も小さくなるように、必要に応じて 1 種類の収差補正光学素子 4 e を選択し、光学系中に挿入する。具体的には、RMS 波面収差が 0.01λ 以下の場合は、収差補正光学素子 4 e を用いた球面収差の補正を行わない。RMS 波面収差が 0.01λ より大きく 0.03λ 以下の場合は、球面収差の符号に応じて、図 9 (b) に示す収差補正光学素子 4 e₁ 又は図 9 (d) に示す収差補正光学素子 4 e₃ を用いた球面収差の補正を行う。これにより、補正後の残留 RMS 波面収差を 0.01λ 以下に低減することができる。RMS 波面収差が 0.03λ より大きく 0.05λ 以下の場合は、球面収差の符号に応じて、図 9 (c) に示す収差補正光学素子 4 e₂ 又は図 9 (e) に示す収差補正光学素子 4 e₄ を用いた球面収差の補正を行う。これにより、補正後の残留 RMS 波面収差を 0.01λ 以下に低減することができる。ここでは、収差補正光学素子 4 e の種類を 4 種類としたが、球面収差の補正量及び／又は符号が異なる収差補正光学素子 4 e の種類が多いほど、補正後の残留 RMS 波面収差を小さくすることができる。

【0093】

光学系で生じる非点収差を補正する場合、収差補正光学素子 4 として、図 10 に示す収差補正光学素子 4 f を用いることもできる。図 10 (a) は収差補正光学素子 4 f の平面図である。収差補正光学素子 4 f は、単一の領域から構成されており、図 4 (a) 乃至 (e) に示す収差補正光学素子 4 c の表面における段差をなくし、全体を単一の曲面で形成したものである。なお、図中の実線は対物レンズ 6 の有効領域に相当する。図 10 (b) 乃至 (e) は、非点収差の補正量及び／又は符号が異なる 4 種類の収差補正光学素子 4 f における図 10 (a) に示

すF-F'線による断面図である。図10(b)乃至(e)に示すように、中心を通るX軸方向の断面は曲線状である。このような断面を有する収差補正光学素子4fは、ガラス又はプラスチックの成形により作製することができる。

【0094】

図10(b)に示す収差補正光学素子4f₁においては、中心からX軸の正及び負の側へ向かって高さが高くなる。最高点の高さは中心の高さに比べてHだけ高い。図10(c)に示す収差補正光学素子4f₂においては、中心からX軸の正及び負の側へ向かって高さが高くなる。最高点の高さは中心の高さに比べて2Hだけ高い。図10(d)に示す収差補正光学素子4f₃においては、中心からX軸の正及び負の側へ向かって高さが低くなる。最低点の高さは中心の高さに比べてHだけ低い。図10(e)に示す収差補正光学素子4f₄においては、中心からX軸の正及び負の側へ向かって高さが低くなる。最低点の高さは中心の高さに比べて2Hだけ低い。

【0095】

一方、収差補正光学素子4eの中心を通るY軸方向の断面は同じく曲線状である。図10(b)に示す収差補正光学素子4f₁においては、中心からY軸の正及び負の側へ向かって高さが低くなる。最低点の高さは中心の高さに比べてHだけ低い。図10(c)に示す収差補正光学素子4f₂においては、中心からY軸の正及び負の側へ向かって高さが低くなる。最低点の高さは中心の高さに比べて2Hだけ低い。図10(d)に示す収差補正光学素子4f₃においては、中心からY軸の正及び負の側へ向かって高さが高くなる。最高点の高さは中心の高さに比べてHだけ高い。図10(e)に示す収差補正光学素子4f₄においては、中心からY軸の正及び負の側へ向かって高さが高くなる。最高点の高さは中心の高さに比べて2Hだけ高い。

【0096】

収差補正光学素子4fを用いて光学系で生じる非点収差を補正する場合における収差補正光学素子4fの中心を通るX軸方向の断面における波面収差は、図7に示すものと同じである。即ち、図7(a)に示す非点収差を補正する場合、図10(b)に示す収差補正光学素子4f₁を用いる。図10(b)における高さ

Hは、収差補正光学素子 $4f_1$ を用いて図7 (a) に示す非点収差を完全に補正できるように、即ち、残留RMS波面収差が 0λ になるように設計されている。図7 (b) に示す非点収差を補正する場合、図10 (c) に示す収差補正光学素子 $4f_2$ を用いる。図10 (c) における高さ $2H$ は、収差補正光学素子 $4f_2$ を用いて図7 (b) に示す非点収差を完全に補正できるように、即ち、残留RMS波面収差が 0λ になるように設計されている。図7 (c) に示す非点収差を補正する場合、図10 (d) に示す収差補正光学素子 $4f_3$ を用いる。図10 (d) における高さ H は、収差補正光学素子 $4f_3$ を用いて図7 (c) に示す非点収差を完全に補正できるように、即ち、残留RMS波面収差が 0λ になるように設計されている。図7 (d) に示す非点収差を補正する場合、図10 (e) に示す収差補正光学素子 $4f_4$ を用いる。図10 (e) における高さ $2H$ は、収差補正光学素子 $4f_4$ を用いて図7 (d) に示す非点収差を完全に補正できるように、即ち、残留RMS波面収差が 0λ になるように設計されている。

【0097】

一方、収差補正光学素子 $4f$ の中心を通るY軸方向の断面における波面収差は、中心を通るX軸方向の断面における波面収差と符号が逆である。

【0098】

光学系で生じる非点収差がRMS波面収差として最大 0.05λ であるとする。このとき、図10 (b) 乃至 (e) に示す4種類の収差補正光学素子 $4f$ を準備しておく。そして、収差補正光学素子 $4f$ を除く、半導体レーザ1から対物レンズ6までの光学系で生じる非点収差の量及び符号を干渉計等により測定する。次に、測定した非点収差の量及び符号に応じて、4種類の収差補正光学素子 $4f$ の中から、補正後の残留RMS波面収差が最も小さくなるように、必要に応じて1種類の収差補正光学素子 $4f$ を選択し、光学系中に挿入する。具体的には、RMS波面収差が 0.01λ 以下の場合は、収差補正光学素子 $4f$ を用いた非点収差の補正を行わない。RMS波面収差が 0.01λ より大きく 0.03λ 以下の場合は、非点収差の符号に応じて、図10 (b) に示す収差補正光学素子 $4f_1$ 又は図10 (d) に示す収差補正光学素子 $4f_3$ を用いた非点収差の補正を行う。これにより、補正後の残留RMS波面収差を 0.01λ 以下に低減することが

できる。RMS波面収差が 0.03λ より大きく 0.05λ 以下の場合は、非点収差の符号に応じて、図10(c)に示す収差補正光学素子 $4f_2$ 又は図10(e)に示す収差補正光学素子 $4f_4$ を用いた非点収差の補正を行う。これにより、補正後の残留RMS波面収差を 0.01λ 以下に低減することができる。ここでは、収差補正光学素子 $4f$ の種類を4種類としたが、非点収差の補正量及び／又は符号が異なる収差補正光学素子 $4f$ の種類が多いほど、補正後の残留RMS波面収差を小さくすることができる。

【0099】

なお、図10では、光学系で生じる非点収差の方向がX-Y軸方向である場合について説明したが、光学系で生じる非点収差の方向がX-Y軸方向とは異なる場合についても、その方向と、収差補正光学素子 $4f$ で補正できる非点収差の方向が略一致するように、収差補正光学素子 $4f$ を入射光の光軸に垂直な面内で回転させて設置すれば、非点収差の補正を行うことができる。

【0100】

本実施形態においては、収差補正光学素子 $4d$ 、 $4e$ 、 $4f$ のうちいずれか一つの収差補正光学素子を用い、光学系で生じるコマ収差、球面収差、非点収差のうちいずれか一つの収差を補正する場合について説明したが、いずれか二つ以上の収差補正光学素子を用い、いずれか二つ以上の収差を補正することも可能である。

【0101】

本実施形態においては、前述の第1の実施形態と比較して、収差補正光学素子の表面を曲面により構成し、光学系の収差を完全に補正できるように、収差補正光学素子を設計しているため、より精度良く光学系の収差を補正することができる。但し、収差補正光学素子の設計及び製造は、前述の第1の実施形態と比較してやや困難になる。本実施形態における上記以外の効果は、前述の第1の実施形態と同様である。

【0102】

なお、上述の第1及び第2の実施形態においては、ディスク7に対して記録及び再生の双方を行う光学式情報記録再生装置について説明した。しかし、本発明

はこれに限定されず、ディスク 7 に対して再生のみを行う再生専用装置であってもよい。この場合、半導体レーザ 1 は、半導体レーザ駆動回路 13 により記録信号に基づいて駆動されるのではなく、常に一定の出力で駆動される。

【0103】

【発明の効果】

以上詳述したように、本発明によれば、複数種類の収差補正光学素子の中から、収差に応じて選択された 1 又は複数枚の収差補正光学素子を組み込むことにより、光ヘッド装置の光学系で生じる各種の収差を、特別な駆動回路や制御回路を必要とせずに簡単に補正することができる。これにより、光学式情報記録再生装置を低コスト化及び小型化することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 の実施形態に係る光学式情報記録再生装置を示すブロック図である。

【図 2】

(a) は、本実施形態におけるコマ収差を補正する収差補正光学素子 4 a を示す平面図であり、(b) 乃至 (e) は (a) に示す A-A' 線による断面図である。

【図 3】

(a) は、本実施形態における球面収差を補正する収差補正光学素子 4 b を示す平面図であり、(b) 乃至 (e) は (a) に示す B-B' 線による断面図である。

【図 4】

(a) は、本実施形態における非点収差を補正する収差補正光学素子 4 c を示す平面図であり、(b) 乃至 (e) は (a) に示す C-C' 線による断面図である。

【図 5】

(a) 乃至 (h) は、横軸に収差補正光学素子 4 a の中心を通る X 軸方向の断面における位置をとり、縦軸に収差量をとって、光学系又は収差補正光学素子 4

a の波面収差を示すグラフ図である。

【図 6】

(a) 乃至 (h) は、横軸に収差補正光学素子 4 b の中心を通る X 軸方向の断面における位置をとり、縦軸に収差量をとって、光学系又は収差補正光学素子 4 b の波面収差を示すグラフ図である。

【図 7】

(a) 乃至 (h) は、横軸に収差補正光学素子 4 c の中心を通る X 軸方向の断面における位置をとり、縦軸に収差量をとって、光学系又は収差補正光学素子 4 c の波面収差を示すグラフ図である。

【図 8】

(a) は、本発明の第 2 の実施形態におけるコマ収差を補正する収差補正光学素子 4 d を示す平面図であり、(b) 乃至 (e) は (a) に示す D-D' 線による断面図である。

【図 9】

(a) は、本実施形態における球面収差を補正する収差補正光学素子 4 e を示す平面図であり、(b) 乃至 (e) は (a) に示す E-E' 線による断面図である。

【図 10】

(a) は、本実施形態における非点収差を補正する収差補正光学素子 4 f を示す平面図であり、(b) 乃至 (e) は (a) に示す F-F' 線による断面図である。

【図 11】

従来の光学系中に液晶光学素子を設けた光ヘッド装置を示すブロック図である。

【図 12】

(a) 乃至 (c) は液晶光学素子を示す平面図であり、(a) はコマ収差を補正する液晶光学素子 18 a を示し、(b) は球面収差を補正する液晶光学素子 18 b を示し、(c) は非点収差を補正する液晶光学素子 18 c を示す。

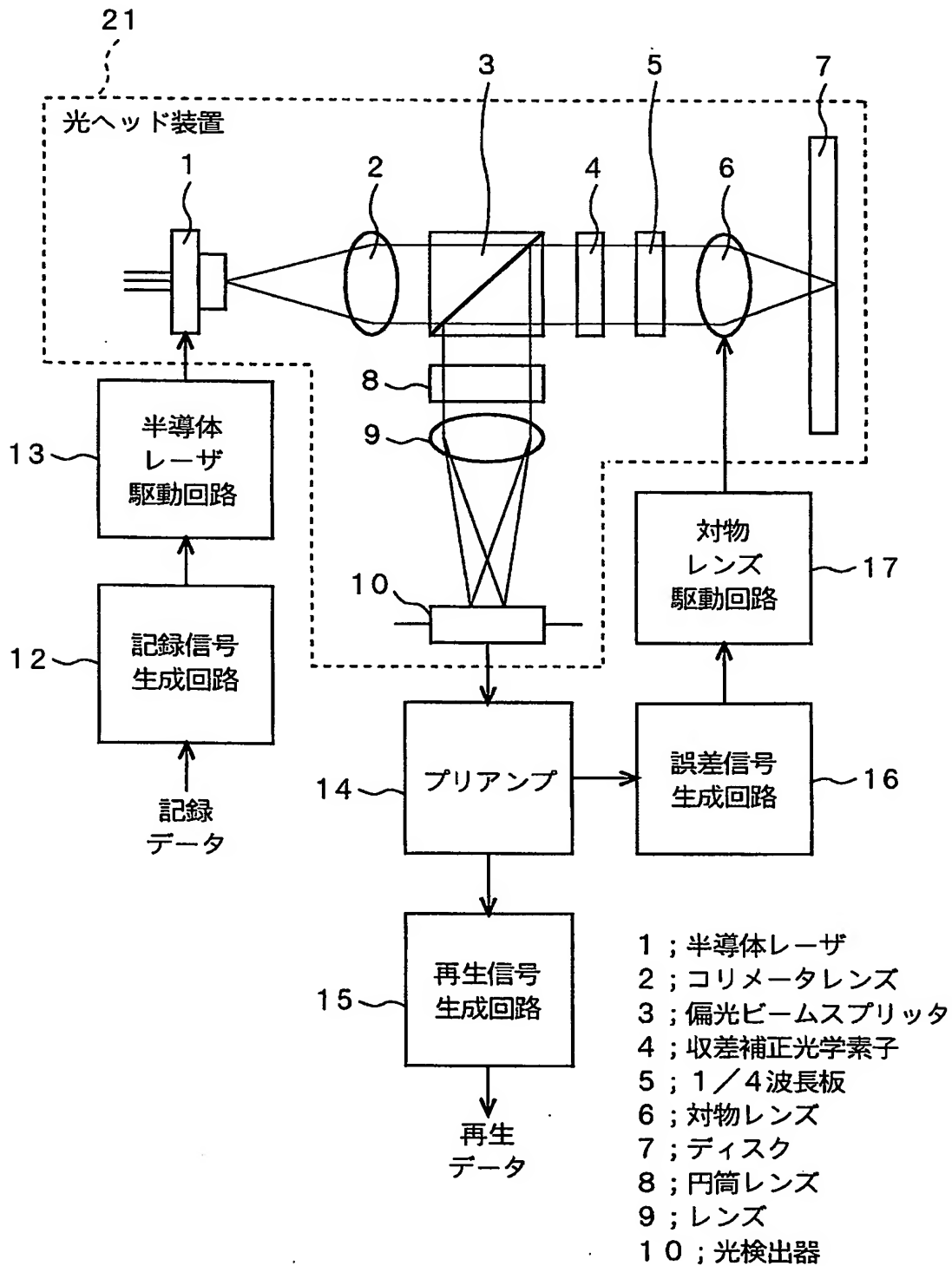
【符号の説明】

- 1; 半導体レーザー
- 2; コリメータレンズ
- 3; 偏光ビームスプリッタ
- 4、4 a ~ 4 f; 収差補正光学素子
- 5; 1/4 波長板
- 6; 対物レンズ
- 7; ディスク
- 8; 円筒レンズ
- 9; レンズ
- 10; 光検出器
- 11 a ~ 11 o、19 a ~ 19 o; 領域
- 12; 記録信号生成回路
- 13; 半導体レーザー駆動回路
- 14; プリアンプ
- 15; 再生信号生成回路
- 16; 誤差信号生成回路
- 17; 対物レンズ駆動回路
- 18、18 a ~ 18 c; 液晶光学素子
- 21; 光ヘッド装置

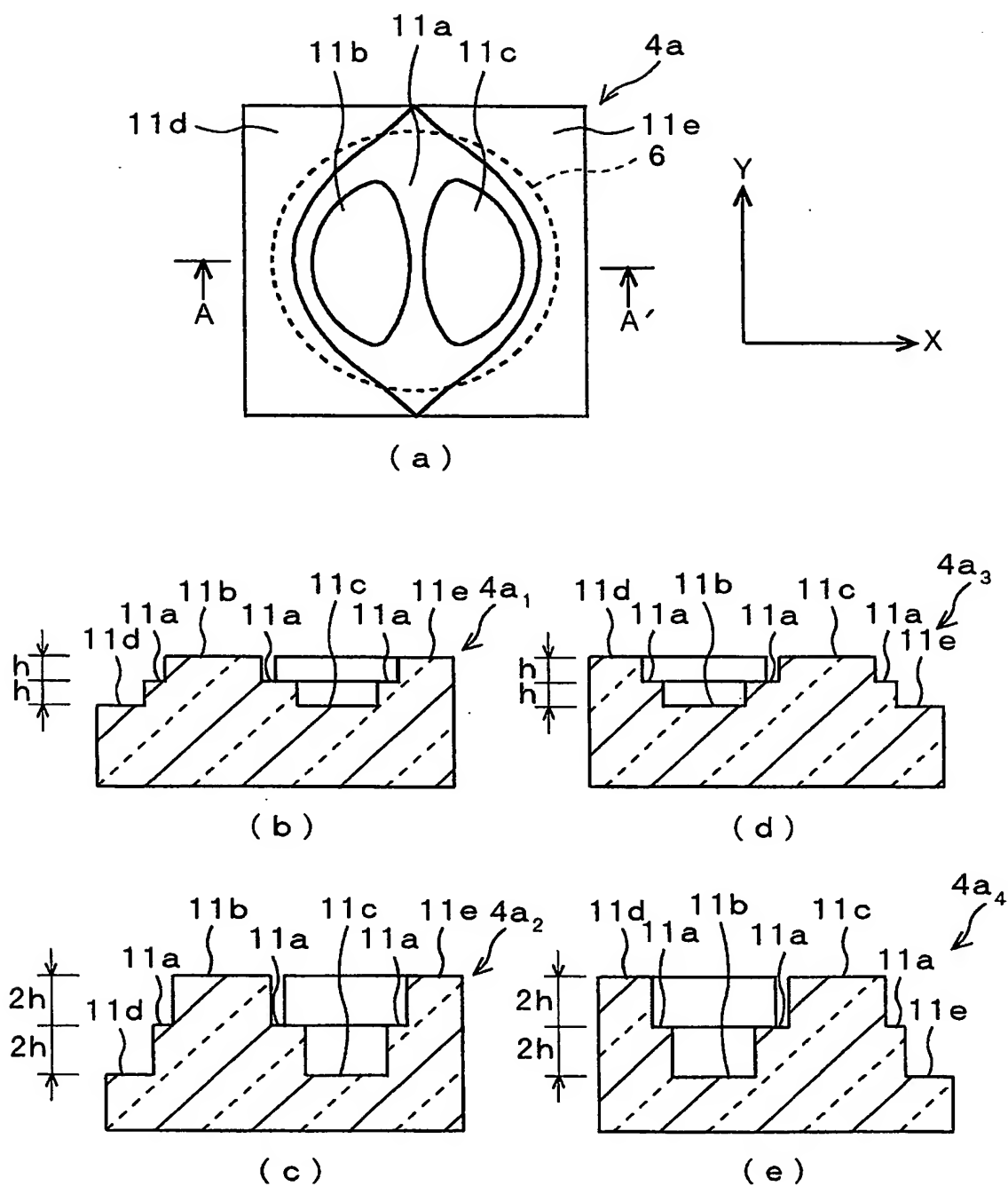
【書類名】

図面

【図 1】

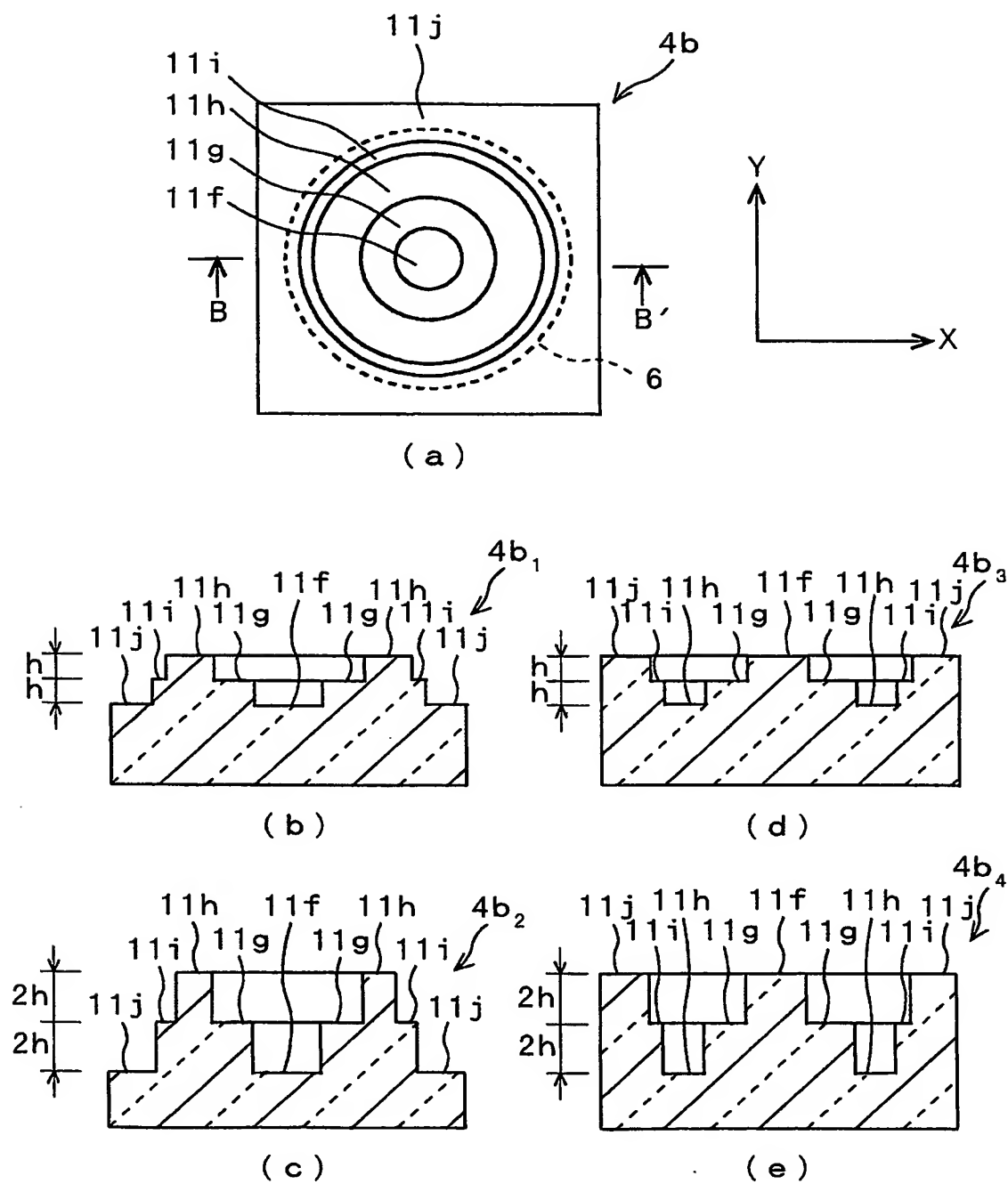


【図 2】



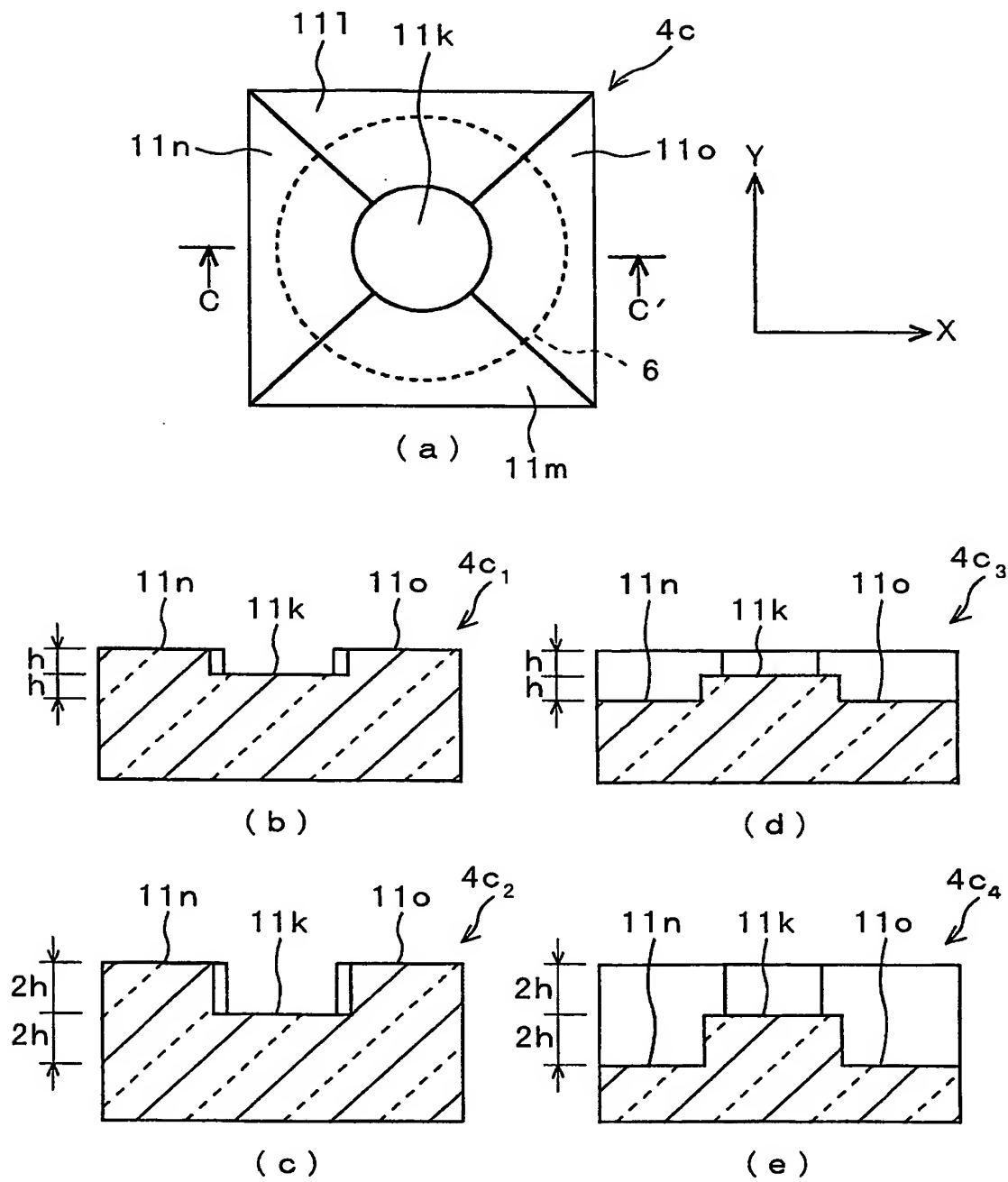
4a、4a₁~4a₄；収差補正光学素子
11a、11e；領域

【図 3】



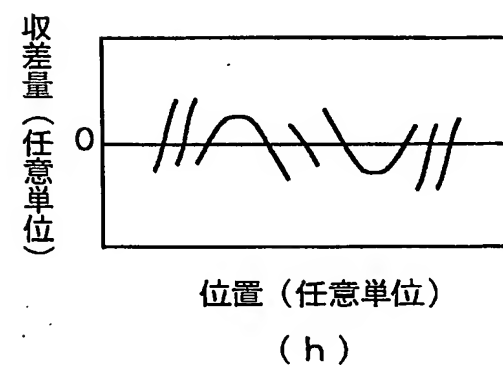
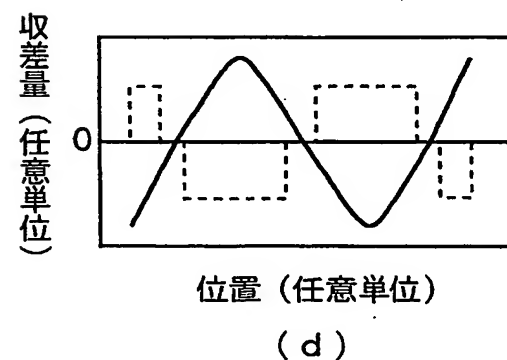
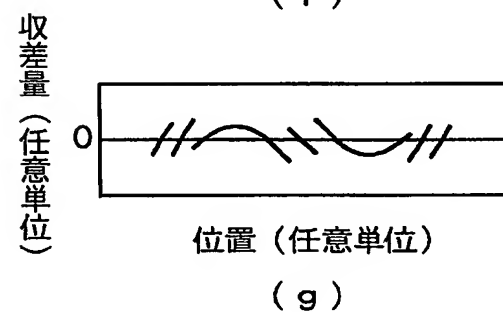
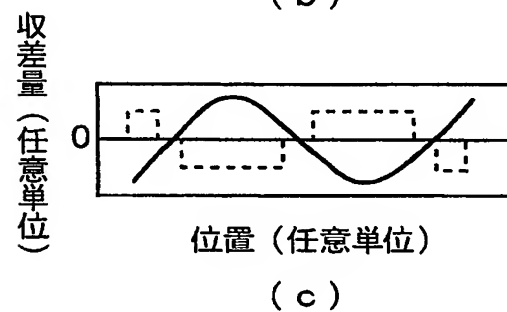
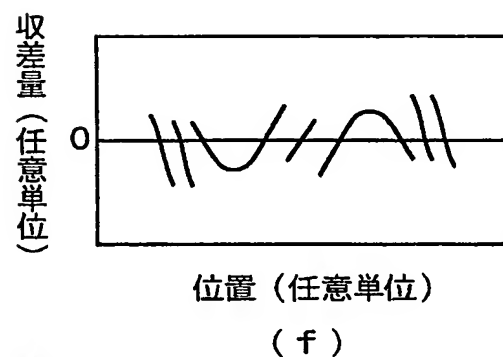
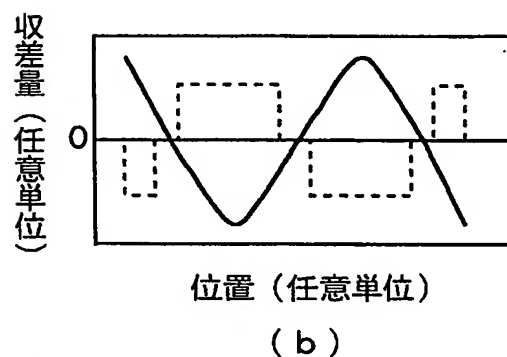
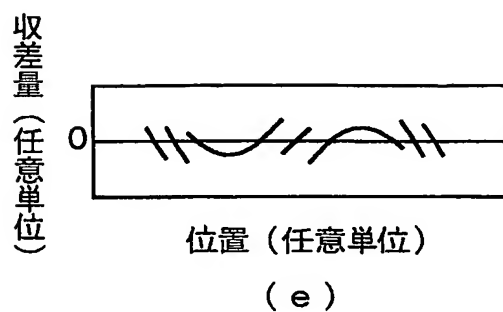
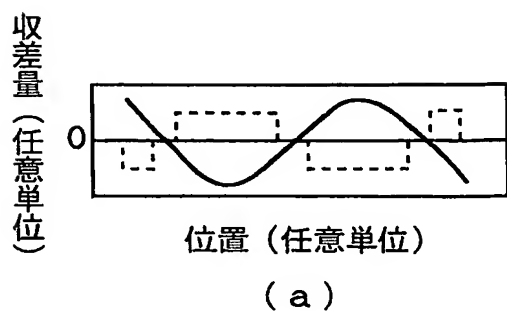
4b、4b₁～4b₄；収差補正光学素子
11f、11j；領域

【図 4】

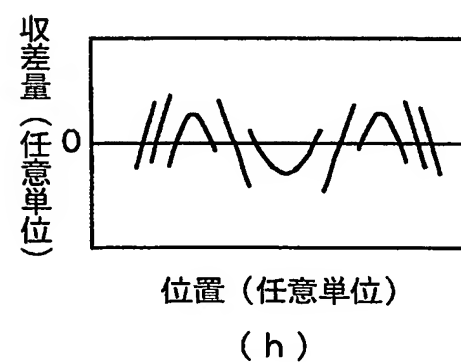
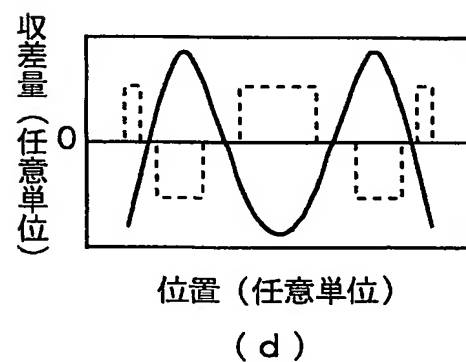
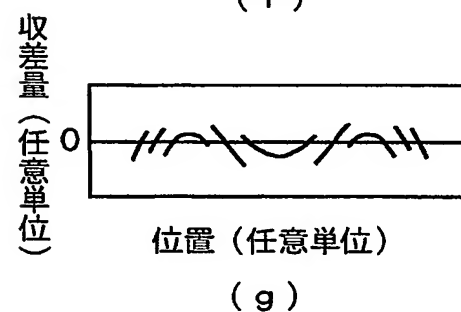
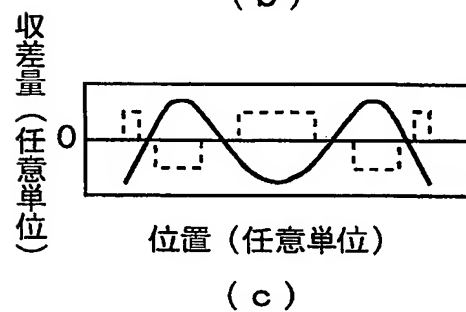
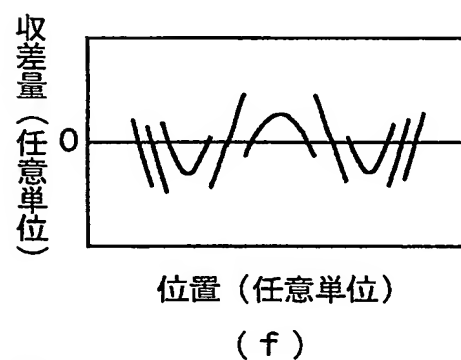
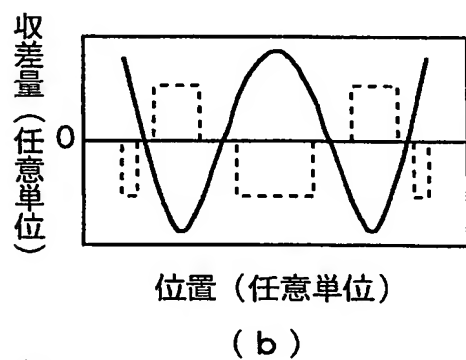
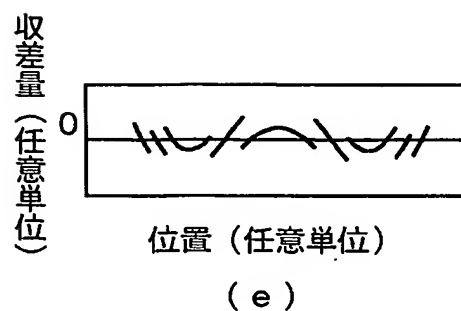
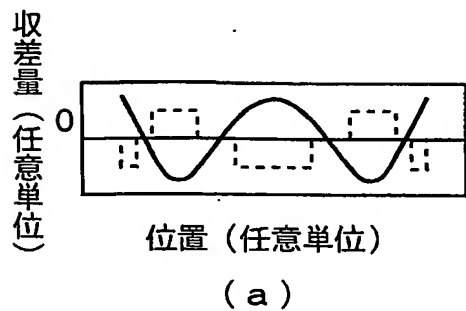


4c、4c₁～4c₄；収差補正光学素子
11k、11o；領域

【図 5】

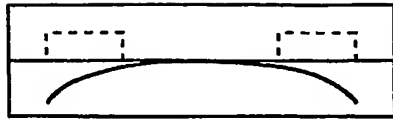


【図 6】



【図 7】

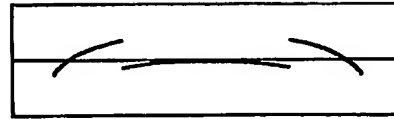
収差量
(任意単位)



位置 (任意単位)

(a)

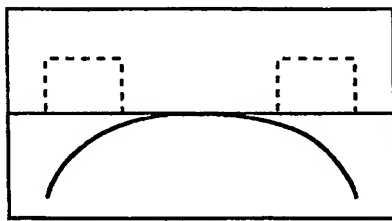
収差量
(任意単位)



位置 (任意単位)

(e)

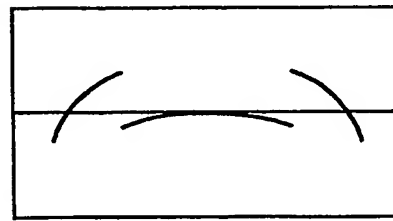
収差量
(任意単位)



位置 (任意単位)

(b)

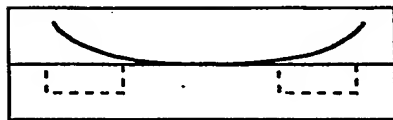
収差量
(任意単位)



位置 (任意単位)

(f)

収差量
(任意単位)



位置 (任意単位)

(c)

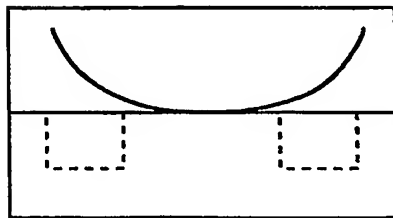
収差量
(任意単位)



位置 (任意単位)

(g)

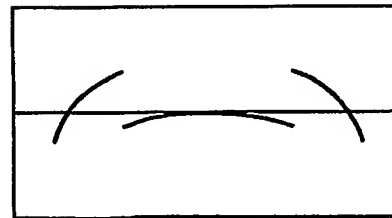
収差量
(任意単位)



位置 (任意単位)

(d)

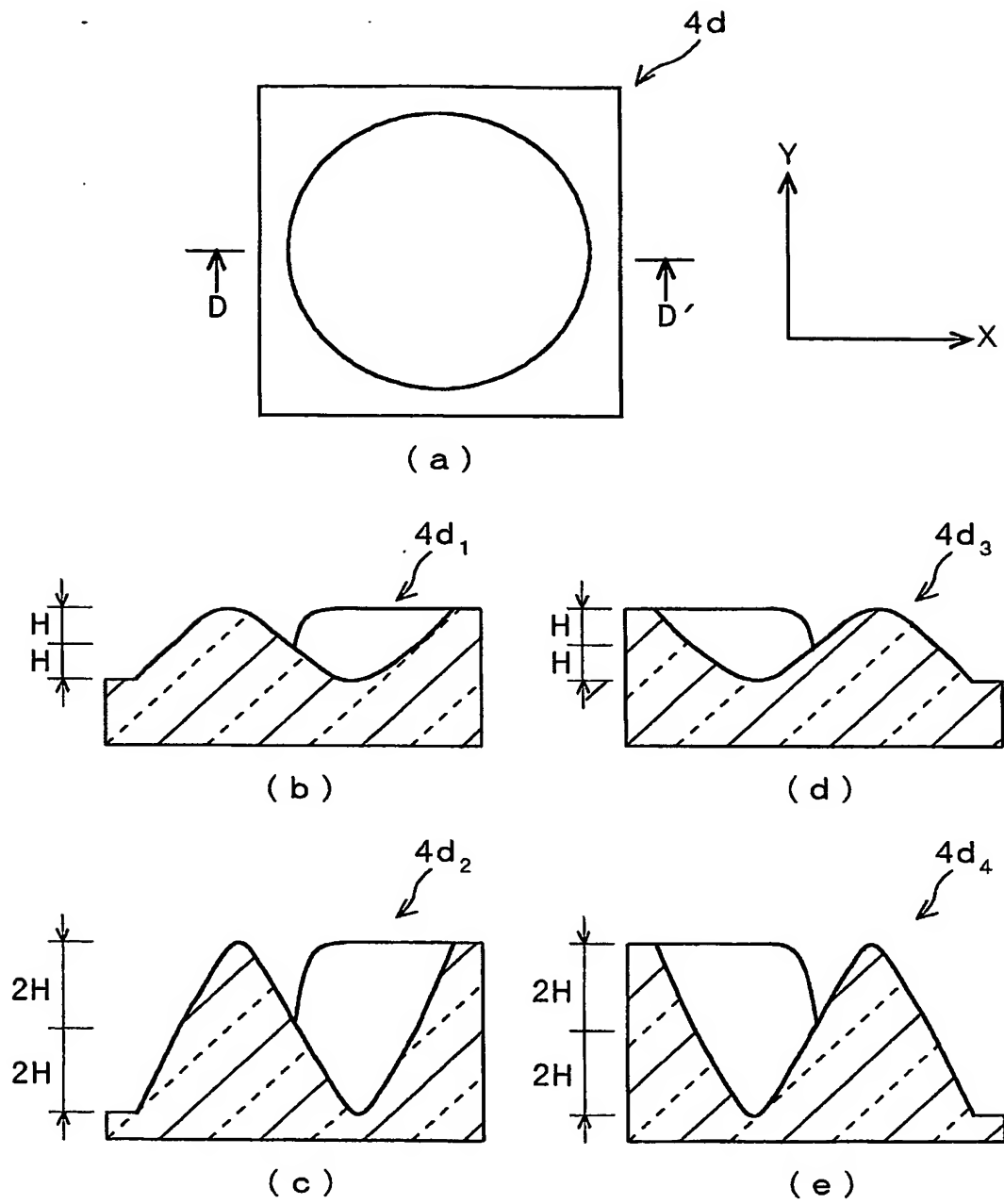
収差量
(任意単位)



位置 (任意単位)

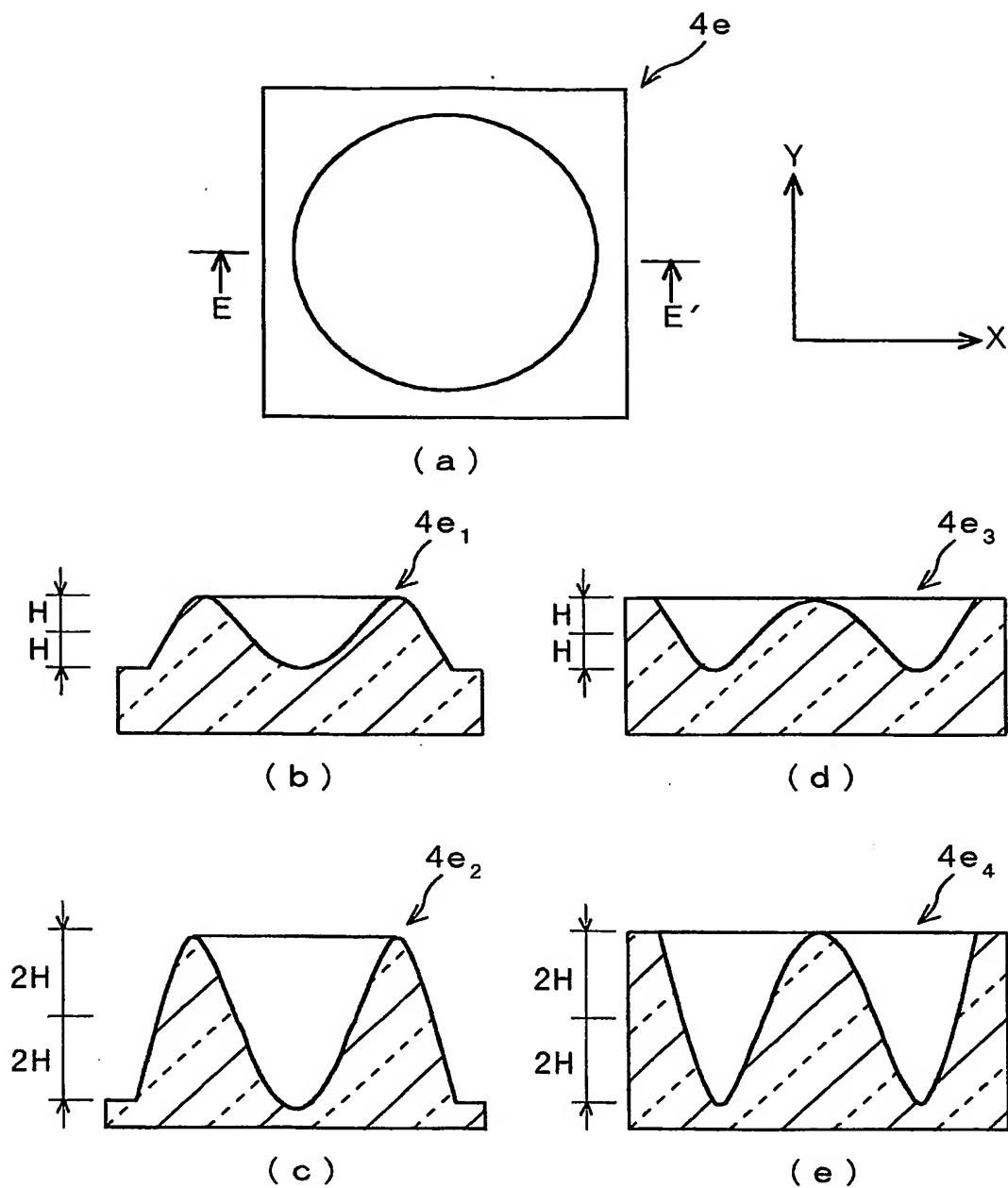
(h)

【図 8】



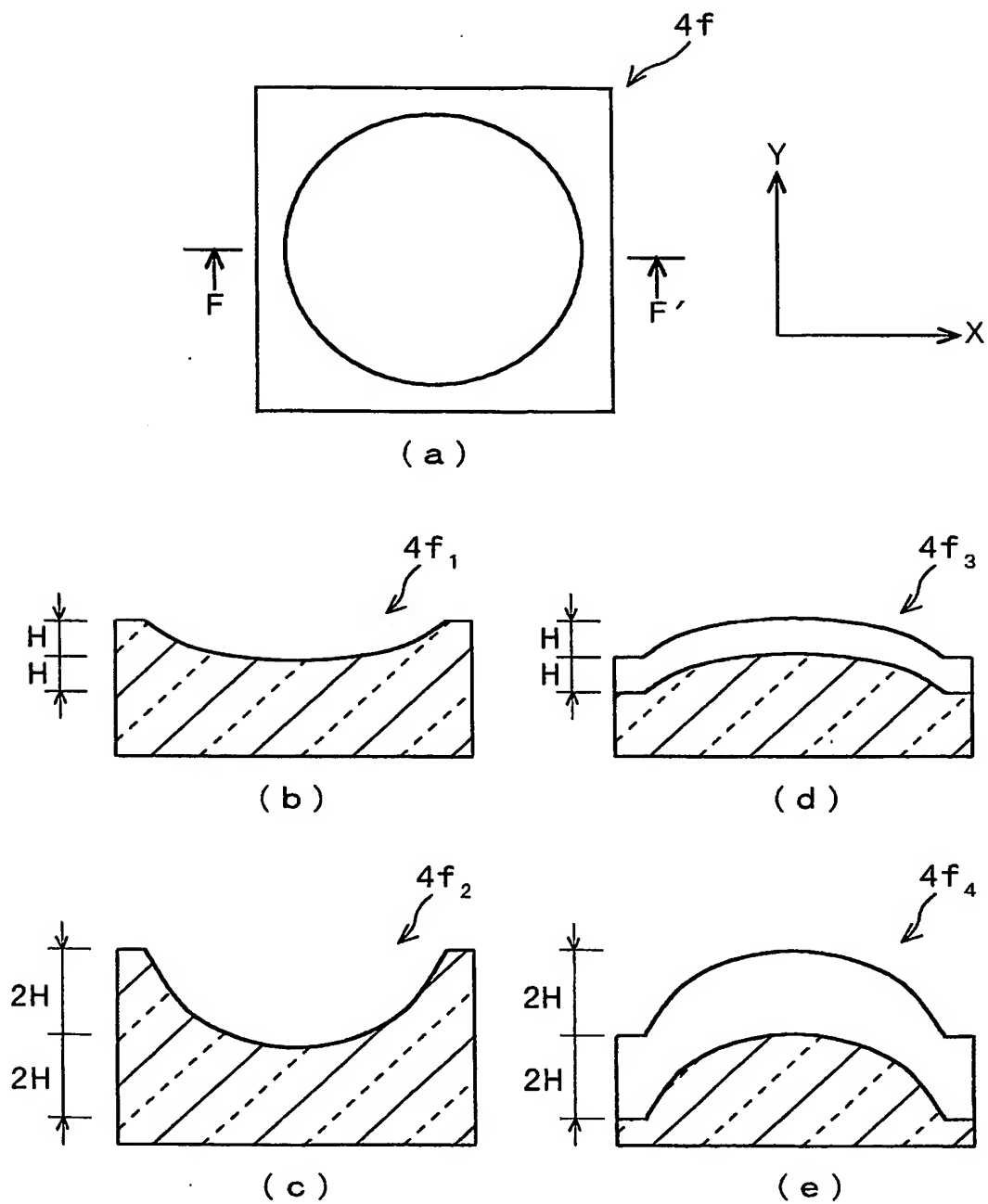
$4d$ 、 $4d_1 \sim 4d_4$; 収差補正光学素子

【図 9】



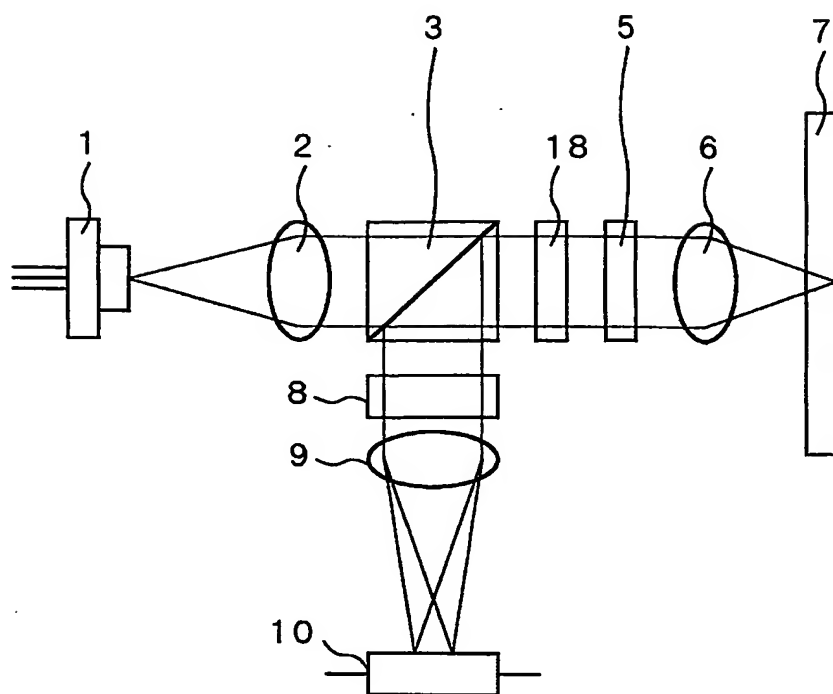
$4e$ 、 $4e_1 \sim 4e_4$; 収差補正光学素子

【図 10】



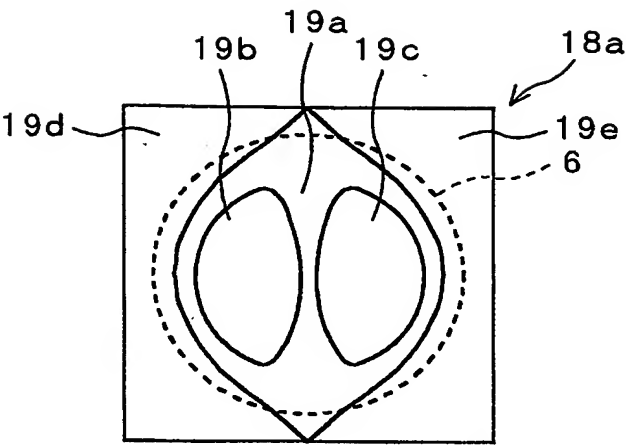
$4f$ 、 $4f_1 \sim 4f_4$; 収差補正光学素子

【図 11】

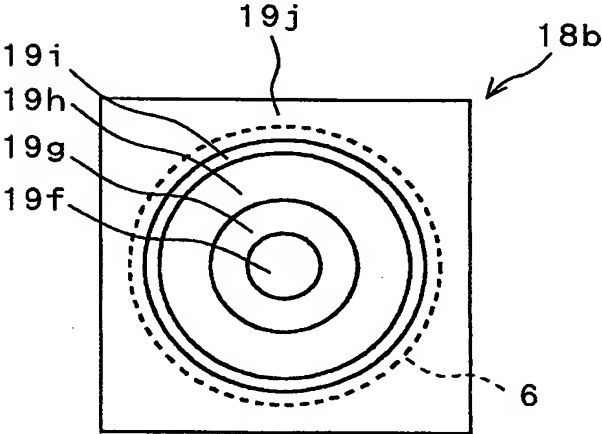


18 ; 液晶光学素子

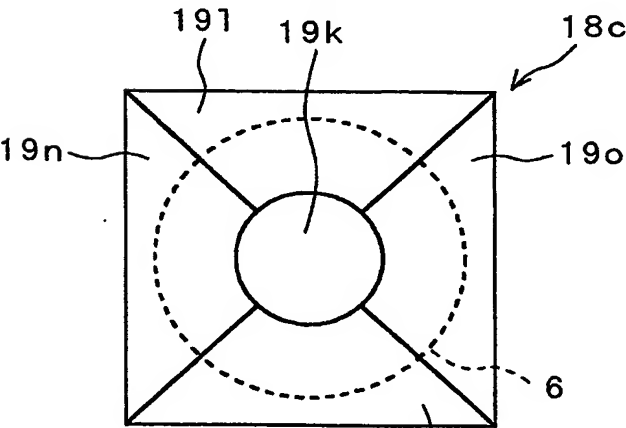
【図 12】



(a)



(b)



(c)

18a~18c ; 液晶光学素子
19a~19o ; 領域

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 特別な駆動回路及び制御回路を必要とせず、光ヘッド装置の光学系で生じる各種の収差を簡単に補正することが可能な光ヘッド装置、その製造方法及び光学式情報記録再生装置を提供する。

【解決手段】 光学系で生じる特定の収差を補正するため、収差の補正量及び／又は符号が異なる複数種類の収差補正光学素子 4 を準備しておく。収差補正光学素子 4 を除く、半導体レーザ 1 から対物レンズ 6 までの光学系で生じる収差の量及び符号を干渉計等により測定する。測定した収差の量及び符号に応じて、複数種類の収差補正光学素子 4 の中から、補正後の残留 RMS 波面収差が最も小さくなるように、必要に応じて 1 種類の収差補正光学素子 4 を選択し、半導体レーザ 1 から対物レンズ 6 までの光学系中に挿入する。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2003-130814
受付番号	50300764361
書類名	特許願
担当官	第八担当上席 0097
作成日	平成15年 5月14日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成15年 5月 8日
-------	-------------

次頁無

特願 2 0 0 3 - 1 3 0 8 1 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 4 2 3 7]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 9 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都港区芝五丁目7番1号

氏 名

日本電気株式会社